

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Кіровоградський державний педагогічний
університет імені Володимира Винниченка

**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ ЗІ СПЕЦКУРСУ
«ЕОТ у навчально-виховному процесі з фізики»**

*Посібник для студентів фізико-математичного
факультету*

Кіровоград 2012

ББК 74.265.1

УДК 53 (07)

В-27

Величко С.П., Соменко Д.В., Слободяник О.В. Лабораторний практикум зі спецкурсу «ЕОТ у навчально-виховному процесі з фізики». *Посібник для студентів фізико-математичного факультету/ За ред. С.П.Величка.* – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2012. – 176с.

У посібнику розкриваються основні аспекти використання електронної обчислювальної техніки на уроках, різних типів, з фізики. Розглянута доцільність використання ІКТ під час проведення практичних, лабораторних та лекційних занять в шкільному курсі фізики.

Матеріали посібника розкривають перелік робіт лабораторного практикуму зі спецкурсу, який налічує шість лабораторних робіт, з яких чотири основуються на використанні навчального комплекту *L-мікро*, дві – виконуються з використанням сучасного комп'ютерного програмного забезпечення навчального призначення з фізики.

Посібник рекомендований студентам фізико-математичних факультетів педагогічних вищих навчальних закладів; може бути корисним для вчителів фізики загальноосвітніх навчальних закладів та науковців, що займаються проблемами розвитку і вдосконалення фізичної освіти в школах України.

Рецензенти: **Волков Ю.І.** – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри прикладної математики КДПУ ім. В. Винниченка;

Сальник І.В. – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики та методики її викладання КДПУ ім. В. Винниченка.

Друкується за рішенням методичної комісії
Кіровоградського державного педагогічного університету
імені Володимира Винниченка

© Величко С.П., Соменко Д.В., Слободяник О.В. 2012

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Розділ І ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ІКТ У НАВЧАЛЬНО-ВІХОВНОМУ ПРОЦЕСІ З ФІЗИКИ	6
1.1. Дидактичні аспекти запровадження ІКТ у навчанні фізики.....	6
1.2. Психолого-педагогічні аспекти запровадження ЕОМ у навчальному процесі	12
1.3. Деякі особливості використання засобів ІКТ на заняттях у ВНЗ	17
Розділ ІІ ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ НА ОСНОВІ ЗАСОБІВ ІКТ	26
2.1. Мета, зміст, структура та основні завдання лабораторного фізичного практикуму з використанням засобів ІКТ.	26
2.2. Лабораторні роботи на основі засобів ІКТ	31
<i>Лабораторна робота №1</i>	
Демонстраційний експеримент. Комплект «L-мікро Механіка».....	32
<i>Лабораторна робота №2</i>	
Демонстраційний експеримент. Комплект «L-мікро Теплові явища».....	64
<i>Лабораторна робота №3</i>	
Демонстраційний експеримент.	
Комплект «L-мікро Вища школа» (1 частина)	92
<i>Лабораторна робота №4</i>	
Фізичний практикум «Молекулярна фізика».	
Комплект «L-мікро Вища школа» (2 частина)	117
<i>Лабораторна робота №5</i>	
ППЗ «Фізика» Робоче місце учня	134
<i>Лабораторна робота №6</i>	
ППЗ «Фізика» Робоче місце вчителя.....	148
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	167
ДОДАТКИ	170

ВСТУП

Серед основних сучасних напрямків та завдань поліпшення й удосконалення системи освіти, що окреслені національною програмою відродження освіти в Україні, запровадження ефективних сучасних технологій та новітніх досягнень і зокрема засобів інформаційних комунікативних технологій (ІКТ) у методичному забезпеченні навчального процесу є одним з найбільш вагомих проблем системи освіти, а її вдосконалення, орієнтація на розвиток індивідуальності й особистісного розвитку кожного школяра, творчості учнів з урахуванням здібностей кожного з них є досить актуальною дидактичною проблемою. Саме тому процес навчання має формувати в учнів уміння досліджувати, інтегрувати знання, бачити і розуміти практичні застосування отриманих знань та робити спроби відшукувати шляхи нових застосувань набутих теоретичних знань, практичних умінь і навичок з фізико-математичних і технічних галузей в інших природничих дисциплінах.

Вказана проблема вимагає від учителя удосконалення засобів та форм навчання, використання нових більш ефективних та сучасних наукових методів пізнання. Широке впровадження у навчальний процес ЕОМ відкриває перспективи для поглиблення, розширення, закріплення результатів навчання, активізації пізнавальної діяльності, аналізу, діагностики та коригування результатів навчального процесу.

Застосування комп'ютерного програмування у процесі навчання фізики дає наочні уявлення про основні наукові поняття, закони і закономірності, що вивчаються, розвиває образне мислення, творчість і активність, формує просторову уяву учнів. До того ж використання комп'ютерних програм дає можливість у багатьох випадках зробити розв'язування навчальних фізичних задач, а інколи достатньо складних технічних завдань, настільки ж доступним, як розглядання малюнків чи графічних зображень про відповідні природні явища і процеси. При цьому на перший план виходить як основне з'ясування основної навчальної проблеми, а всі технічні аспекти і математичні операції, оформлення та подання результатів, опрацювання інформації покладаються на комп'ютер.

Такий підхід у вивченні фізики дає значний педагогічний ефект, полегшуючи та розширюючи і поглиблюючи навчально-виховний процес та наскрізне застосування і розуміння методів фізико-математичних наук.

На сьогодні розроблено значну кількість програмних засобів, що дозволяють розв'язати за допомогою комп'ютера широке коло теоретичних і прикладних задач різних рівнів складності

Використання комп'ютера дає змогу учителю інтенсифікувати спілкування з учнями, більше уваги приділити аналізу складних питань, розв'язуванню задач на доведення, що розвиває логічне мислення школярів, пошук нових методів та нестандартних підходів до розв'язання задач, дослідження розв'язків, логічного аналізу. А рутинні, чисто технічні і нецікаві для учнів операції, використання яких практично не розвиває

інтелекту у дитини, а часто навіть гасить інтерес до предмета вивчення, перекласти на комп'ютер.

Виконання персональним комп'ютером складних і монотонних обчислювальних математичних операцій дозволяє використовувати вилучений за рахунок цього навчальний час для поглиблення і розширення знань природничих наук, глибшому аналізу об'єкта пізнання та з'ясуванню сутності не простих теоретичних положень та основ фізичних теорій.

Таким чином, новітні інформаційні технології навчання та відповідні засоби комп'ютерної техніки передбачають широке використання комп'ютерної техніки та спеціального програмного забезпечення як потужного засобу навчання та реалізації навчальних впливів. З метою значного підвищення якості та ефективності навчального процесу з фізики.

Рекомендований у посібнику лабораторний практикум максимально поєднує в собі всі прояви інтеграції ІКТ у процесі навчання фізики. Комп'ютерний навчальний експеримент дає змогу студентам ознайомитися з новітніми методами вимірювання і реєстрації параметрів під час перебігу низки фізичних процесів. Програмний педагогічний комплекс надає можливість суттєво поліпшити навчально-виховний процес з фізики та сприяє підвищенню професійної підготовки майбутнього вчителя і суттєво розширює можливості педагогічного впливу як на формування фізичних знань, так і формування і виховання особистості кожного школяра.

До кожної лабораторної роботи студентам пропонуються інструктивні матеріали і вказівки, які включають назву теми і мету роботи, перелік обладнання, експериментальні завдання та задачі. В разі потреби наводяться детальніші короткі вказівки з питань будови, принципів роботи і призначення окремих приладів, пропозиції до виконання окремих дослідів. До кожної лабораторної роботи студентам рекомендовані індивідуальні завдання теоретичного, експериментального, дослідницького або методичного характеру, що суттєво розвиває обізнаність майбутніх учителів з питань доцільного і методичного запровадження як засобів ІКТ, так і з метою оцінки та корегування відомих методичних порад та розробки нових авторських ідей і пропозицій.

З метою ефективного виконання завдань рекомендується у процесі підготовки до лабораторних занять опрацювати достатню кількість методичних матеріалів, визначених програмами з фізики та рекомендованих інструктивними матеріалами даного посібника.

Розділ I

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ ІКТ У НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНОМУ ПРОЦЕСІ З ФІЗИКИ

1.1. Дидактичні аспекти запровадження ІКТ у навчанні фізики

Запровадження ефективних інноваційних технологій та новітніх досягнень у методичному забезпеченні навчального процесу є однією з найбільш вагомих сучасних проблем системи фізичної освіти, а її вдосконалення, орієнтація на розвиток індивідуальності, творчості учнів з урахуванням здібностей кожного з них є досить актуальною дидактичною проблемою. Саме тому процес навчання має формувати в учнів уміння досліджувати, інтегрувати знання, бачити і розуміти практичні застосування отриманих знань та робити спроби відшукувати шляхи нових застосувань набутих фізичних знань в галузі інших природничих дисциплін.

Вказана проблема вимагає від учителя удосконалення методів, засобів та форм навчання, розробки нових методів навчання на основі використання нових ефективних наукових методів пізнання. Широке впровадження у навчальний процес комп'ютерної техніки відкриває перспективи для поглиблення, розширення, закріплення результатів навчання, активізації пізнавальної діяльності, аналізу й узагальнення результатів навчального процесу.

Використання засобів ІКТ, комп'ютерного програмування у процесі вивчення фізики дає наочні уявлення про основні наукові поняття, характерні їхні властивості й особливості що вивчаються, розвиває образне критичне мислення, формує просторову уяву учнів та уявлення про наукову фізичну картину світу. Використання комп'ютерних програм поряд з іншими засобами навчання дає можливість у багатьох випадках зробити розв'язування задач настільки ж доступним, як розглядання малюнків чи графічних зображень про відповідні явища і процеси чи приклади практичного їх застосування. При цьому на перший план виходить з'ясування основної навчальної проблеми, а всі технічні операції, оформлення та подання результатів, опрацювання інформації покладаються на комп'ютер.

Важливою особливістю сучасної освіти є широке запровадження, як уже відомих методів і технологій, що активізують навчально-пізнавальну діяльність учнів, так і новітніх, інноваційних та інформаційних технологій навчання. Ці технології передбачають науково обґрунтоване використання технічних засобів накопичення, зберігання, обробки, передачі інформації, її систематизацію та структурування високого рівня з метою забезпечення ефективного використання у навчанні потужних інформаційних потоків.

Оскільки інформаційні технології навчання тісно пов'язані із використанням комп'ютера, то їх об'єднують у групу технологій так названого комп'ютерного навчання, зокрема: монотехнології комп'ютерного

моделювання, комп'ютерних навчальних програм, комп'ютерних лабораторних робіт, комп'ютерного дистанційного навчання та ін.

Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) — це технології, пов'язані зі створенням, збереженням, передачею, обробкою та управлінням інформацією. Цей широко вживаний термін включає в себе всі технології, що використовуються для спілкування та роботи з інформаційними ресурсами.

Концепція інформаційних технологій виникла у 80-их роках ХХ століття і була віднесена до сфери комунікації. Наразі інформаційно-комунікаційні технології включають апаратні засоби (комп'ютери, сервери тощо) та програмне забезпечення (операційні системи, мережеві протоколи, пошукові системи тощо). У свій час Цицерона захоплював вираз: «Не настільки прекрасно знати латину, як ганебно її не знати». Сьогодні це повною мірою стосується інформаційно-комунікаційних технологій. У сучасному світі ІКТ є важливою і невід'ємною частиною держави, бізнесу та приватного життя. Тому впровадження ІКТ – один із пріоритетних напрямків педагогічного вдосконалення і розвитку сучасної освіти. Головною метою її розвитку є забезпечення загального доступу до освітніх ресурсів через інтенсивне впровадження новітніх методів навчання, комп'ютеризації та інформатизації. Комп'ютери вже перейшли із шкільного кабінету інформатики у навчальні класи, призначені для навчання фізики та географії, літератури та музики, хімії та біології...

У недалекому минулому інформацію з будь-якого предмета чи теми учень міг отримати з підручника, довідкової літератури, лекції вчителя, конспекту уроку. Сьогодні, з огляду на сучасні реалії, вчитель має можливості і повинен використовувати нові методи роботи, спираючись на ІКТ. Це обумовлено тим, що в наш час кожні 72 години кількість інформації збільшується вдвоє, тому потрібні спеціальні навички, вміння та відповідні засоби для опрацювання такого величезного інформаційного потоку. До того ж, сучасні діти народилися у цифровому світі ХХІ століття, тому з раннього віку знайомі з мобільними телефонами, ноутбуками, плеєрами. Потужний потік нової інформації, реклами, застосування комп'ютерних технологій на телебаченні, розповсюдження ігрових пристроїв, електронних іграшок і комп'ютерів впливають на виховання дитини та сприйняття нею навколишнього світу. Істотно змінюється і характер її найпершої практичної діяльності - гри, змінюються й улюблені герої та захоплення. Тому дитина легко сприймає на уроці інформацію, подану за допомогою медіа-засобів, оскільки такі засоби і прийоми є звичними, природними для неї.

Традиційна класно-урочна система була зорієнтована на трансляцію знання від учителя до учня. Поява і використання ІКТ та засобів комп'ютерної техніки у навчально-виховному процесі дозволяє змінювати цю традицію і перейти від навчання, в основі якого – інформація, почута з вуст, зазвичай, викладача або прочитана в підручнику, до навчання через сприймання інформації з електронних ресурсів, Інтернету, навколишнього середовища тощо. Тому тепер на будь-якому уроці вчитель, оперуючи різноманітними цифровими навчальними ресурсами, може організовувати

дослідницьку діяльність учнів, зорієнтовувати її в індивідуальну роботу на поглиблений пошук інформації, навчати оцінювати надійність різних інформаційних джерел, створювати власні електронні продукти: малюнки, мультимедійні презентації, електронні моделі. За цих обставин втрачає сенс необхідність перевантажувати пам'ять дитини великим обсягом знань, бо набагато важливіше навчити дитину знаходити ці знання і користуватися ними на практиці, застосовувати в життєвих реаліях.

Крім того, можливості, що відкриваються завдяки використанню ІКТ, дозволяють дітям навчатися в індивідуальному темпі, забезпечують ситуацію успіху для кожного учня, допомагають зробити процес здобуття знань захоплюючим і створюють міцну мотивацію до навчання. Комп'ютерні технології відкривають і для вчителя нові можливості, дозволяючи разом з учнем отримувати задоволення від процесу пізнання світу, зануритися в світ нових знань. Поєднання традиційних методів навчання та сучасних інформаційних технологій дозволяє зробити процес навчання мобільним, строго диференційованим та індивідуальним.

Отже, перевагами використання ІКТ у навчально-виховному процесі є:

- індивідуалізація навчання;
- інтенсифікація самостійної роботи учнів;
- поліпшення продуктивності навчальної діяльності та збільшення обсягу виконаних на уроці завдань;
- підвищення мотивації та пізнавальної активності за рахунок різноманітних форм роботи, завдяки можливості включення ігрового моменту;
- розширення інформаційних потоків та обсягу нових знань завдяки використанню мережі Інтернет.

В основу реалізації таких інформаційно-комунікаційних технологій навчання покладено досягнення та специфічні можливості нових інформаційних технологій: гіпертекстові технології, телекомунікаційні методи доступу, машинна графіка, мультимедіа, системи штучного інтелекту.

Коротко їхні можливості зводяться до наступного:

1. Гіпертекстова технологія, дозволяє працювати з великими обсягами понятійної інформації, формалізувати текстові описи різноманітних систем, проектувати семантичні інформаційні моделі об'єктів та процесів у їх взаємозалежності та взаємозумовленості.

2. Машинна графіка, дає можливість генерувати певні асоціації, за допомогою яких формуються інтелектуальні підходи, візуалізувати дані з метою демонстрування наукових та навчальних результатів і станів об'єкту вивчення.

3. Телекомунікації. Це, насамперед, комп'ютерні системи загального доступу (бази даних, системи віддаленої обробки інформації та ін.).

4. Мультимедійні технології передбачають можливість створення інтерактивних систем, що забезпечують роботу не лише з текстами та статичною графікою, а й з рухомими відеозображеннями, анімацією, голосом та високоякісним звуком. Усі дані при цьому зберігаються в цифровій формі.

Таким чином, новітні інформаційні технології навчання передбачають широке використання комп'ютерної техніки та спеціального програмного забезпечення як потужного засобу навчання та реалізації навчальних впливів.

З іншого боку, особливістю сучасних технологій навчання є підвищення ролі цілепокладання та проектування результатів навчання в організації навчального процесу, тобто програмованого навчання. Хоча ідея програмованого навчання не є новою і досить детально розроблялася в педагогічній науці, зокрема, й в методиці навчання фізики, його результативність суттєво зростає у зв'язку з використанням і розширенням можливостей навчального процесу завдяки застосуванню комп'ютерних технологій. Комп'ютери та їх мережі є ефективним засобом організації програмованого навчання взагалі, і зокрема шкільного курсу фізики.

Таким чином, забезпечується інтерактивний зв'язок “учень – навчальна система – учитель”, поєднуючи можливості нових інформаційних технологій навчання, традиційні методики навчання фізики та традиційне інформаційно-методичне забезпечення (зокрема, підручник фізики), розширюючи та доповнюючи його.

Тут варто виділити декілька типів уроків з активним використанням інформаційно-комунікаційних технологій:

1. Урок вивчення нового матеріалу. Організовуючи урок вивчення нового матеріалу з використанням ІКТ учитель планує значно розширити можливості традиційного уроку, передбачаючи значну кількість ілюстрацій (машинна графіка), проектуючи їх на екран цифрового проектора або монітора учнівських ЕОМ. За цих обставин підкреслимо, що комп'ютерні моделі фізичних явищ та процесів дають можливість отримати наочні динамічні демонстрації різноманітних фізичних явищ та експериментів, відтворити їх важливі деталі, що часто неможливо зробити під час організації спостереження фізичних явищ в класі та відтворення реальних фізичних експериментів.

Комп'ютерні моделі дають можливість візуалізувати не реальне, а віртуальне зображення, при потребі спрощену і тому більш зрозумілу модель явища, його математичний опис. При цьому вчитель отримує можливість поетапно включати у розгляд додаткові факти, поступово удосконалюючи модель та наближаючи її до реального фізичного явища або процесу.

Важливе значення комп'ютерних моделей у процесі вивчення нового матеріалу з фізики підтверджується, наприклад, наступним. Якщо спостереження реальних фізичних явищ, пов'язаних із перетворенням механічної енергії (наприклад, у коливанні тіла, що підвішене на нитці – ідеальний математичний маятник) дає можливість лише спостерігати за поведінкою тіла в різні проміжки часу, то візуалізована комп'ютерна модель цього ж явища дозволяє відокремити кожен зі станів тіла і отримати уявлення про безпосередньо процес переходу потенціальної енергії в кінетичну і навпаки.

Іншим переконливим прикладом, є демонстрації реальних потоків газу чи рідини. Демонструючи учням явище нерозривності потоку в реальних

умовах, досить складно візуалізувати процес течії рідини взагалі і на окремих ділянках зокрема. Комп'ютерна модель у цьому випадку не тільки дає можливість спостерігати це явище, але й пояснює його природу.

Якщо два попередні фізичні явища можна спостерігати на уроці, то зліт реактивного літака, а тим більше рівень шуму даного процесу, відтворити в класі неможливо. Тому комп'ютерна динамічна модель або відео ролик, що відтворює подібні приклади природніх явищ, стає важливим засобом унаочнення навчального матеріалу, який вивчається як новий на уроці.

Вивчений теоретичний матеріал може бути закріплений учнями, перевірений стан його опанування і навіть відкоригований під час виконання тестових завдань та самоперевірки. За цих умов, використовуючи ЕОТ, вчитель може планувати не лише фрагментарно використовувати наочний динамічний матеріал, а й розробити власну оригінальну систему вивчення нового матеріалу за допомогою спеціального програмного забезпечення, наприклад, такого як «конструктор уроків», розробок якого існує досить велика кількість. Конструктор уроків дає можливість учителю творчо підійти до підготовки уроку, розширити коло педагогічних засобів, які він використовує. За допомогою конструктора уроків учитель має можливість певним чином комбінувати різноманітні інформаційні об'єкти, які є складовими програмно-методичного комплексу: фрагменти тексту (формулювання, висновки, формули), ілюстрації, динамічні моделі до текстового блоку та до лабораторних робіт, задачі і т.д. Встановлюючи відповідним чином зв'язки між інформаційними об'єктами, можна задавати послідовність їх відображення на моніторі комп'ютера учителя (екрані цифрового проектора), а також комп'ютерах учнів, які з'єднанні в мережу.

До конструктора уроків може входити і конструктор тестів, який дає можливість учителю конструювати (доповнювати наявні у програмно-методичному комплексі, змінювати, створювати нові відповідно до методичної необхідності) тестові завдання для поточного контролю рівня навчальних досягнень учнів з фізики.

Багатофункціональність конструктора уроків може виявлятися і в його можливостях розробки учителем не лише уроку нового матеріалу, використовуючи інформаційні об'єкти окремого розділу, а й комбіновані уроки, уроки повторення та узагальнення, уроки розв'язування задач та оцінювання навчальних досягнень. У конструкторі уроків можуть використовуватися інформаційні об'єкти з довільного розділу та блоку та з різноманітною метою.

Використання конструктора уроків дозволяє вчителю значно розширити навчально-пізнавальний потенціал сучасного уроку фізики в загальноосвітній школі як основної форми навчальних занять, яку на сьогодні ще немає можливості замінити іншими формами для ефективного забезпечення класно-урочної системи навчання в школі.

2. Урок вироблення практичних умінь та навичок розв'язувати фізичні задачі. Існує ряд комп'ютерних тренажерів із розв'язування фізичних задач. Вони передбачають можливість ілюстрації (прикладів)

розв'язування найбільш типових фізичних задач, а також комп'ютерної перевірки правильності самостійно розв'язаних учнями задач.

3. Урок – комп'ютерна лабораторна робота. Комп'ютерні лабораторні роботи можуть виконуватися з метою підготовки до виконання реальної лабораторної роботи в фізичному кабінеті, або після її виконання з метою закріплення отриманих вмінь і навичок та розширення можливостей шкільного фізичного експерименту.

У віртуальних лабораторних роботах за допомогою спеціалізованої мови програмування реалізовано комп'ютерні моделі реальних фізичних явищ, пристроїв і механізмів. Важливою особливістю віртуальних робіт є відтворення реальних фізичних явищ і процесів, що дозволяє моделювати поведінку системи відповідно до реальних законів фізики. Реалізація діяльнісного підходу у навчанні фізики дає можливість учневі не лише спостерігати на моделі за перебігом фізичного явища або роботою пристрою, а й брати безпосередню участь в управлінні цим процесом. Система дозволяє учневі самостійно вибирати обладнання для виконання лабораторної роботи, відтворювати з'єднання елементів механічної системи (за допомогою вказівки мишки), змінювати її характеристики і при цьому учень не боїться і не відчуває невдачі в разі коли щось зробив неправильно (наприклад, переплутав в електричному з'єднанні клеми «+» із «-»), а маючи можливість розпочати роботу з початку, звертає увагу на свою помилку і не допускає її вдруге.

У моделях, що використовуються в лабораторних роботах, зазвичай реалізовано математичний апарат, який дозволяє змінювати вхідні параметри досліджуваного процесу і отримувати вихідні дані, що відповідають характеристикам реальних фізичних явищ та процесів. Так, наприклад, зміна кількості тягарців на динамометрі зумовлює відповідне розтягування пружини згідно із законом Гука; підняття кульки на більшу висоту обумовлює збільшення швидкості при її подальшому падінні і т.д.

Таким чином, підводячи підсумки про дидактичні можливості засобів ІКТ, підсумовуємо, що використання ІКТ на уроках фізики може бути поєднане з традиційними педагогічними засобами для організації навчальних занять різних типів та форм, суттєво розширюючи їхні можливості і наближаючи їх до оптимальної організації процесу навчання, крім того, багатофункціональні можливості ІКТ забезпечують високу індивідуалізацію навчання фізики, а широке використання імітаційного моделювання дає можливість отримувати динамічні моделі фізичних явищ і процесів та візуалізувати фізичні процеси, що досить складно дослідити в реальному фізичному експерименті мікро- та макро- явищ, відтворювати їх в режимі реального часу.

При цьому метою використання ІКТ не є підміна функцій вчителя загальноосвітньої школи та заміна реального фізичного експерименту віртуальним. При комплексному використанні ІКТ удосконалюється робота вчителя фізики з підготовки та проведення навчальних занять,

розширюються можливості шкільного фізичного експерименту, поглиблюється розуміння фізичного змісту фізичних явищ та процесів.

1.2. Психолого-педагогічні аспекти запровадження ЕОМ у навчальному процесі

У педагогічній діяльності засоби навчання відіграють таку ж саму роль, як і знаряддя праці в будь-якому виробничому процесі. Від рівня їх розвитку і раціональної організації застосування значною мірою залежить ефективність та кінцевий результат навчання.

Широке проникнення в навчальний процес сучасних технічних засобів навчання та електронних обчислювальних машин є характерним фактори для сучасного етапу розвитку освіти.

Певна річ, що сучасні ТЗН - це не панацея, яка покликана вирішити загалом всі поставлені завдання перед середньою і вищою школою. Але те, що ми вже знаємо про дидактичні можливості ТЗН, дає нам право стверджувати, що вони можуть зробити суттєвий внесок у вдосконалення навчально-виховного процесу.

При цьому зміни в структурі навчального процесу, які пов'язані із запровадженням засобів ІКТ, не слід розглядати як самоціль, однак модернізація дидактичної системи освіти з урахуванням нових завдань підготовки і проникнення новітніх ТЗН у вищі навчальні заклади - це єдиний об'єктивний процес, викликаний усім ходом розвитку суспільства.

В другій половині ХХ сторіччя була поширена думка, що в майбутньому ЕОМ не зможуть повністю замінити вчителя (викладача) у навчальному процесі. Це стосується часткової комп'ютеризації навчального процесу. Однак, сьогодні, коли умови змінюються на широке запровадження засобів ІКТ поряд з їхніми необмеженими можливостями в організації, проведенні навчально-виховного процесу та оцінки, навчальних досягнень у ньому та їх корегуванні, а також урахування їхніх можливостей в силу наявності великої наукової, матеріально-технічної, та морально-психологічної бази потребує докорінної перебудови організаційно-педагогічних умов, що склалися як традиційні, а отже стали реальною і конкретною проблемою, яка потребує вирішення і вдосконалення. До того, впровадження ЕОМ у навчання стало необхідністю, оскільки метою його є не просто давати відому і однакову для всіх схему знань, а розвивати навчально-виховний процес з метою, щоб у ньому формувалася різноманітність, своєрідність, індивідуальну неповторність особистість учня.

Таким чином, навчання організоване і реалізоване за допомогою ЕОМ - це принципово новий тип навчального процесу, що вимагає нових форм і методів навчальної та навчаючої діяльності. Відтак, використання ЕОМ змінює функції учителя (викладача), бо він повинен заздалегідь визначити шляхи та розробити алгоритми оптимального керівництва всім навчальним процесом й окремим заняттям у тому числі. Істотною особливістю навчання за допомогою ЕОМ є встановлення безпосередніх діалогів між студентом і

машиною або діалогічного трикутника у ВНЗ: студент-комп'ютер-викладач, а у школі: учень-комп'ютер-учитель.

Такі діалоги допомагають студенту розібратися у всіх труднощах, що виникають у процесі вивчення предмета при самостійному розв'язанні завдань, а викладачеві - спостерігати та контролювати якісний стан навчання.

За цих обставин закономірним постає запитання: чи може техніка замінити викладача? Тут варто у першу чергу з'ясувати, що можна і треба розуміти під словом "замінити". Зрозуміло, що жодна машина не може взяти на себе роль педагога як суб'єкта педагогічного впливу, одна із найважливіших функцій якого – організовувати пізнавальну діяльність студентів та керувати нею у взаємо-опосередкованому процесі викладання – навчання. Але технічний пристрій, виступаючи засобом навчання в руках кваліфікованого педагога, може виконувати низку його функцій, передаючи навчальну інформацію або контролюючи її засвоєння. Час, що вивільнився, викладач може витрачати на здійснення таких функцій педагогічної діяльності, які не під силу електронній техніці. Звідси випливає висновок, що ЕОМ не може замінити викладача, проте вона може суттєво змінити його навчальну діяльність, націлюючи на найвагоміші, найбільш значущі моменти у навчально-виховному процесі, які не під силу вирішувати техніці.

Існує й інший погляд щодо марності й навіть "хибності" застосування нових засобів навчання без відчутних змін в адміністративній структурі навчальних закладів. Це твердження підкріплювалося навіть намаганнями деяких навчальних закладів у США ввести безперервний процес навчання, при якому кожен студент просувається вперед згідно зі своїм індивідуальним планом, закінчуючи курс у зручний для нього час.

Дійсно, досить розповсюджений серед некваліфікованих педагогічних фахівців погляд про витіснення людини-викладача з навчального процесу і повної заміни його обчислювальною машиною може мати місце в конкретних специфічних обставинах за умов упровадження комп'ютера, яке базуються на концепції освіти, основною метою якої є лише накопичення знань, умінь, навичок, необхідних для виконання професійних функцій в умовах індустріального виробництва. Зараз суспільство знаходиться на етапі переходу до інформаційних технологій виробництва і стара концепція освіти вже не відповідає його вимогам. Таким чином, розвиток системи освіти та перехід на нові більш прогресивні концепції в освіті мають не залишити без уваги і цю важливу проблему і дати чітку відповідь на питання про місце і роль учителя як основного ланцюжка освітньої системи.

Крім того варто зазначити, що природа засобів передачі інформації (усна мова, книги, кіно, радіо, телебачення, ЕОМ) цілком конкретно впливає на формування і розвиток психічних структур людини, в тому числі і на мислення. Зокрема, друкований текст, який був протягом віків основним джерелом інформації, будується на принципах абстрагування змісту від дійсності і в більшості мов організується фраза за фразою в певній послідовності у порядку читання зліва направо, що формує способи мислення за структурою, дуже схожою до структури друкованого тексту,

якій притаманні такі особливості як лінійність, послідовність, аналітичність, предметність, ієрархічність, раціональність.

Інші засоби комунікації - фотографія, кіно, радіо, телебачення - мають структуру, яка суттєво відрізняється від структури друкованого тексту. Букви і звуки не направляють хід думок слухача від А до Б і далі до В з проміжними висновками, як при сприйнятті друкованої інформації. Замість цього вони створюють моделі розпізнавання, орієнтують на образність, емоційність, нераціональність.

Електронне середовище ще більшою мірою спроможне формувати такі характеристики, як схильність до експериментування, гнучкість, зв'язність, структурність. Ці характеристики сприяють створенню умов творчого навчального пізнання. Створюються можливості сприймати по-новому факти, які здаються очевидними, знаходити засоби поєднання далеких, на перший погляд речей, встановлювати оригінальні зв'язки між новою і старою інформацією тощо.

Умови, які створюються за допомогою комп'ютера, сприяють формуванню мислення учнів орієнтувати їх на пошук системних зв'язків і закономірностей. Комп'ютер за цих умов є потужним засобом надання допомоги в розумінні багатьох явищ і закономірностей, проте потрібно пам'ятати, що він неминуче поневолює розум, який має у своєму розпорядженні лише набір завчених фактів і навичок.

Таким чином ефективним можна вважати лише таке комп'ютерне навчання у процесі якого забезпечуються можливості для формування мислення. При цьому зазначену проблему потрібно ще досліджувати, варто встановити і специфічні закономірності самого комп'ютерного мислення. Тут зараз ясно і зрозуміло тільки те, що мислення, яке формується і діє за допомогою такого засобу, як комп'ютер, дещо відрізняється від мислення за допомогою, наприклад, звичного друкованого тексту або просто технічного засобу, скоріше всього таке мислення має відбивати сутність системного (комбінованого, узагальненого) підходу до його формування і подальшого розвитку.

Переосмисленню підлягає не тільки поняття мислення, але й уявлення про інші психічні функції: сприймання, пам'ять, уявлення, емоції тощо. Так, висловлюється думка, що нові технології навчання за допомогою ЕОМ суттєво змінюють зміст дієслова "знати". Поняття "накопичувати інформацію в пам'яті" трансформується в "процес отримання доступу до інформації".

За цим можна не погоджуватися з такими трактуваннями, але безсумнівно, що вони навіяні спробою ввести нову, комп'ютерну технологію навчання, і що психологи і педагоги повинні досліджувати особливості розвитку діяльності і психічних функцій людини за цих обставин. Однак, зрозуміло і те, що проблему в цілому не можна звести просто до формування алгоритмічного мислення за допомогою комп'ютера.

Проблеми комп'ютеризації навчання, таким чином, не зводяться до масового виробництва комп'ютерів і впровадження їх в існуючий навчальний процес. Зміна засобів навчання, як, зрештою, і зміна в будь-якій ланці

дидактичної системи, неминуче призводить до перебудови всієї цієї освітньої системи. Використання обчислювальної техніки розширює можливості людини. Проте вона є лише інструментом, знаряддям розв'язання задач, і її застосування не повинне перетворюватись у самоціль, моду або формальний захід.

Необхідно, перш за все, визначити конкретну мету і зміст навчання в комп'ютерному варіанті. І якщо виявиться, що мета може бути досягнута за допомогою традиційних засобів, то краще за все звернутися саме до них. Для комп'ютерного навчання доцільно відбирати тільки той зміст, розгортання і засвоєння якого не може обійтись без ЕОМ

Аналіз досвіду використання ЕОМ у навчанні взагалі, і зокрема у навчально-виховному процесі з фізики, свідчить про можливості використання ЕОМ практично в усіх традиційних формах організації навчання з різними співвідношеннями між традиційними і автоматизованими режимами роботи. До тих форм навчання, що піддаються автоматизації, відносяться лекції, семінари, спеціальні заняття з розрахунку і проектування, науково-дослідні, тренувально-повторювальні лабораторні роботи, всі види самостійного навчання (аудиторного і позааудиторного), а також роботу в режимі "тренажер".

Інтенсифікація процесу навчання, його індивідуалізація, поліпшення якості знань, умінь і навичок на підставі широкого використання ЕОМ, формування умінь і навичок машинного моделювання, розвиток і активізація технічного мислення дають можливість викладачеві не лише контролювати процес навчання, а й коригувати методику навчання, тим самим стимулювати пізнавальну діяльність учнів (чи студентів).

На сучасному етапі комп'ютеризації фізичної освіти використання обчислювальної техніки пов'язуються із підвищенням інтенсифікації процесу навчання, але для цього потрібно мати навчальні програми, які відповідали б високим педагогічним вимогам. Одним із ефективних засобів використання комп'ютера в навчанні є його здатність керувати навчальним процесом студентів. При цьому ЕОМ виконує так зване рефлексне навчання, тобто будує модуль. Студент при спілкуванні з ЕОМ відіграє роль дослідника, тому можливості комп'ютера для реалізації проблемного навчання дуже великі.

Слід також підкреслити важливу роль ЕОМ як технічного засобу навчання, будова і принцип роботи ґрунтується на фізичних засадах і розглядаються та аналізуються вони саме під час вивчення фізики і природничих дисциплін, що дає можливість повніше реалізувати основні дидактичні можливості у порівнянні з традиційними формами навчання.

У процесі використання ЕОМ у навчальному процесі, як зазначалося нами, змінюються функції викладача, а точніше здійснюється їх перерозподіл між викладачем і ЕОМ: машині передаються лише ті функції, з якими вона може справитися ефективніше за викладача. Програма і технічна система ЕОМ допомагають автору програми компонувати інформацію, планувати її зміни, видавати креслення, таблиці графіки на екран дисплея. Подання інформації може здійснюватися в будь-якому тимчасовому режимі, а

наявність засобів виділення інформації (наочність, підкреслювання, кольорове зображення тощо) значно підвищує реалізацію саме інформаційної функції ЕОМ. Особливої уваги при цьому заслуговує структурування матеріалу, який при навчанні краще сприймається з екрана дисплея.

Досвід використання обчислювальної техніки свідчить про те, що індивідуалізацію процесу навчання можна здійснювати за послідовністю понять, що вивчаються, методом викладання (індуктивний-дедуктивний), рівнем науковості матеріалу, засвоєння, складності і кількості пред'явлених задач, часу навчання, оптимізації функціонального стану студентів. На підставі реальних даних викладач отримує відповідну інформацію про витрати часу студентів на вирішення поставлених перед ними завдань.

За даними ООН, людина запам'ятовує лише 10% прочитаного, 20% - почутого, 30% - побаченого. Якщо людина чує та бачить, рівень запам'ятовування підвищується до 50%, а якщо чує, бачить, а потім обговорює, то і до 70%. Використання аудіовізуальних засобів до того ж скорочує на 40% необхідний для навчання час і на 20% збільшує обсяг засвоєної інформації

Висновки, що роблять дослідники в розвинених країнах (наприклад, Китай, Японія), де накопичений величезний досвід комп'ютеризації освітньої галузі, полягають в тому, що реальні досягнення в цій галузі не дають підстав вважати, що застосування ЕОМ кардинально змінить традиційну систему навчання на кращу. Не можна просто запроваджувати комп'ютер у звичний навчальний процес і сподіватися, що він зробить революцію в освіті. Потрібно змінювати саму концепцію навчального процесу, проектувати принципово іншу технологію навчання, в якій комп'ютер органічно вписався б як новий, потужний засіб.

Велику роль у навчанні та вихованні студентів відіграють пізнавальні психічні процеси, до яких належать почуття, сприймання, пам'ять, мислення та ін. Слід підкреслити, що при використанні в навчанні ЕОМ збільшується навантаження на зоровий орган чуття у порівнянні з традиційними методами навчання, хоча слуховий аналізатор не бере участі у цьому. Помітною стає стомлюваність зорового аналізатора людини.

Умови роботи на ЕОМ спонукають учнів до активної і напруженої діяльності оскільки студенти усвідомлюють можливість контролю викладачем, а також самоконтролю завдяки порівнянню та узагальненню матеріалу, що вивчається. Проведення самоконтролю допомагає студентам не лише корегувати свою відповідь, але й виправити зроблені ними помилки та значно розширити пам'ять завдяки перегляду матеріалу на екрані дисплея.

Процес навчання фізики нерозривно пов'язаний з використанням креслень, графіків, діаграм, формул, що дозволяє подавати інформацію в ущільненому вигляді. Це сприяє розвитку високого рівня абстракції та абстрактного мислення в студентів. Дидактичні можливості сучасних ЕОМ щодо зображення графічної інформації дозволяють демонстрацію конкретних предметів замінити схематичними або символічними зображеннями, використовувати наочність як спосіб абстрагування та

формування проблемних ситуацій. Крім того, ЕОМ створює умови для переходу на більш високий рівень інтелектуальної праці бо чим більше автоматизується в машинних процесах діяльність людини, тим більше підвищується її психологічний рівень і вона може краще проявити свої творчі здібності

В умовах традиційних формах навчання викладач не може враховувати всі індивідуальні особливості студентів і орієнтує навчальний процес на середнього студента з точки зору не лише його успішності, але й рівня психологічних характеристик. З цією метою значну допомогу викладачеві надає використання ЕОМ для психо-діагностичного тестування студентів, наприклад, визначення об'єму-пам'яті концентрації уваги, репродуктивності розумових процесів, оригінальності мислення та ін.

Безперечна ефективність використання ЕОМ також при здійсненні поточного і проміжного контролю знань студентів, оскільки вона значно спрощує розробку алгоритму навчання та може самостійно проводити ці форми контролю. ЕОМ може оцінити знання студентів об'єктивно та обґрунтовано, хоча її виховні функції, менші ніж за традиційних форм навчання.

Крім того, ЕОМ у навчальному процесі виступає не тільки як засіб навчання, але і як предмет вивчення. Засвоюючи за допомогою ЕОМ певний навчальний курс, студент одночасно опановує навички роботи з електронно-обчислювальною технікою, яка відіграє все зростаючу роль у всіх сферах народного господарства.

Проте це не значить, що всі завдання удосконалення навчального процесу можна вирішити за допомогою ЕОМ. Основним критерієм тут повинен бути принцип педагогічної доцільності Форми і методи навчання, повинні вибиратися залежно від конкретного змісту навчального матеріалу і від конкретної дидактичної мети, що ставиться і може бути найбільш ефективно досягнута за допомогою саме таких форм і методів.

1.3. Деякі особливості використання засобів ІКТ на заняттях у ВНЗ

ЕОТ на лекціях. Серед усіх видів навчальних занять у ВНЗ особливе місце посідає лекція.

Лекція є однією з найважливіших форм навчання у вищому навчальному закладі. Зазначимо, що роль, місце і завдання лекції змінювались і вдосконалювались упродовж усього часу існування вищої освіти. У міру розвитку освіти навчання ставало більш фундаментальним і завдання його, з одного боку, розширювалися, а з іншого – диференціювалися. Однак на сьогоднішній день лекція є найважливішою формою навчання, засобом виховного і освітнього впливу на молодь, хоча це не означає, що форма лекції не може і не повинна змінюватися.

У процесі викладання такої дисципліни, як фізика необхідна особлива інформація, яка може розглядатися невід'ємним фоном цього предмета. До такого типу інформації належать різні статистичні і довідкові дані про

елементи і їх з'єднання, схеми різних механізмів, числові та графічні дані про параметри фізичних величин, які змінюються від зовнішніх і внутрішніх умов, мають різні параметри, тощо.

У світлі сказаного зрозуміло, що в першу чергу перебудову зазнає структура лекції, оскільки вона потребує наявності великої кількості числового, графічного та іншого візуального матеріалу, який може бути поданим саме за допомогою ЕОТ.

Застосуванню ЕОТ на лекціях присвячено багато наукових праць, з яких зрозуміло, що таке застосування ефективно, підвищує інтерес, збагачує інформативність лекції.

Однак, поки що у методиці навчання фізики існує деяка розбіжність у поглядах до цієї проблеми, бо різні автори опираються на ті засоби, які є у них в наявності, що не дає можливості належним чином зробити узагальнення та сформулювати відповідні висновки.

Проводячи аналіз досліджень і узагальнення досвіду, крім технічної сторони застосування ЕОТ на лекціях, особливе місце посідає програмне забезпечення такого виду навчальної діяльності.

Тут думки методистів також розходяться і це пов'язано із з'ясуванням того, для якого типу аудиторії розробляється програма для ЕОМ. Якщо оцінювати лекційну аудиторію, де перед кожним студентом є монітор, то, розробляючи план комп'ютеризованого лекційного заняття, Ю.О. Жук вважає за доцільне:

- 1 – дати можливість кожному студенту оцінити правильність прийнятої від лектора навчальної інформації;
- 2 – проявити вміння її практично використати, тобто в основу програми для ЕОМ була закладена імітаційна модель досліджуваного об'єкту, маніпулюючи з якою студент виявляє його особливості.

Робота студента оцінюється ЕОМ за точністю досягнутої мети з урахуванням часу та шляху її досягнення.

Розв'язання задач з використанням ЕОМ. У своїй практичній діяльності людина на кожному кроці зустрічається з постановкою і розв'язанням різних задач. У школі, в промисловості та житті успіх діяльності людини визначається вмінням ставити і успішно знаходити розв'язки різного роду задач.

Фізичною задачею у навчальній практиці вважають деяку проблему, яка в загальному випадку розв'язується за допомогою логічних розумових висновків, математичних дій і експериментів на підставі законів і методів фізики. Загальна класифікація фізичних задач, що прийнята у методичній літературі, передбачає такі види задач:

1. Якісні задачі або задачі-запитання, для розв'язання яких не потрібні обчислення.
2. Розрахункові задачі - найпоширеніший тип задач, що посідають домінуюче місце в усіх збірниках, а також найчастіше зустрічаються як у контрольних роботах, так і на екзаменаційних випробовуваннях.

3. Графічні задачі є продуктом синтезу якісних і розрахункових задач. Хоча вони рідше зустрічаються в навчальній практиці але вважається, що їх розв'язання становить більшу методичну цінність.

4. Експериментальні задачі займають найвищий ступінь з усіх зазначених задач. Експериментальна задача часто виходить за межі навчальної діяльності і пов'язана з активною та творчою діяльністю учня, студента, інженера, дослідника. Дуже часто ці задачі поділяють на дослідницькі (перевірка закономірностей) і конструкторські (розробка конструкцій приладу, установки чи пристрою).

Провідні методисти О.І. Бугайов, Є.В. Коршак, С.У. Гончаренко вважають, що в одних випадках потрібно починати з невідомої величини, в інших - з аналізу умови, або - з аналізу фізичного явища, зображення його на рисунку, а інші - з алгебраїчних формул.

Велике значення в дослідженнях займає конструювання різного виду типових задач з окремих розділів фізики.

Проте всі методисти однак стверджують, що на практичному занятті з фізики робота має бути суто індивідуальною, потребує великої самостійної праці і крім того, повинна враховувати, що для розв'язання однієї й тієї ж самої задачі різним студентам потрібний різний час. Саме тут потрібно і доцільно використати ЕОМ.

Відзначимо, що в існуючих збірниках задач з курсу загальної фізики, більшість задач потребує числових розрахунків і підібрано так, щоб розв'язок таких задач можна було знайти аналітичним шляхом, тобто використанням відповідних формул (або їх комбінацій). Крім цього, з метою економії часу дані приводяться з невеликим числом значущих цифр, а значення величини, яку потрібно розрахувати, відносять до однієї точки. Методика розв'язування таких задач з фізики, тобто задач за згаданою класифікацією віднесених до перших трьох типів, досить добре розроблена Кучеруком І.М., Дущенком В.П., Бушком Г.Ф., Ландау Л.Д. та іншими методистами.

Однак існують задачі які аналітичним шляхом не розв'язуються або розв'язуються досить складно: згідно запропонованої класифікації – це четвертий тип задач.

Широке впровадження у навчальний процес комп'ютерної техніки дає можливість розв'язувати складні задачі, що стало увагою науковців-методистів.

До такого типу задач відносять:

1. Задачі, в яких за однією і тією ж формулою необхідно провести обчислення фізичних величин (чи параметрів) декілька разів, а саме при побудові графіків, а також задач з багаторазовим розв'язком квадратного рівняння.

2. Задачі, в ході розв'язування яких виникають рівняння високих ступенів або трансцендентні рівняння, що легко розв'язуються тільки числовими методами.

3. Задачі, в яких потрібно знайти екстремуми функцій, якщо ці екстремуми неможливо розрахувати аналітично.

4. Задачі, де необхідно знайти певний інтеграл, обчислення якого неможливе тільки числовими методами.

5. Задачі з оптимізації простих конструкцій і процесів.

6. Задачі, де необхідні числові методи обробки експериментальної залежності $Y(X)$ (підбір функціонального масштабу методом найменших квадратів, лінійна екстраполяція, обчислення похибок тощо).

7. Задачі, які приводять до диференціального рівняння (тут застосування числових методів швидше і простіше приводять до результату, навіть в тому випадку, коли диференціальні рівняння розв'язуються аналітично).

8. Задачі, де виникає необхідність розв'язку системи лінійних рівнянь.

9. Задачі на спектральний аналіз (розклад в ряд Фур'є) і синтез функції за відомим спектром.

10. Задачі на дослідження.

Звичайно, такого типу задачі у вузівському курсі фізики зустрічаються не рідко, але те, що на них звернули увагу фахівці з нових інформаційних технологій, цим самим показавши потужність числових методів і можливість знаходити розв'язки будь-яких рівнянь, як диференціальних першого і другого порядку, так і визначений інтеграл від будь-яких складних функцій за допомогою комп'ютерної техніки. І якщо вважати, що частина задач з фізики у традиційних збірниках є ідеалізованими, то у цьому випадку саме ЕОМ дає можливість студенту наблизитися до реальних задач, які складніші, ніж у посібниках з курсу фізики, і передбачають урахування значно більшої кількості параметрів, що взаємопов'язані між собою.

Тут варто зазначити ще один важливий аспект, а саме: методика застосування нових інформаційних технологій для розв'язування задач середньої складності практично не розробляється. І це зрозуміло, адже використовувати ЕОМ на заняттях з фізики як калькулятор чи довідник просто недоцільно.

Тоді виникає запитання: "Як має бути використана ЕОТ на такому виді занять? Кому вона повинна допомагати - викладачу чи студенту?"

Існує низка праць, які можна в певній мірі віднести до питання застосування комп'ютера в навчальному закладі однак навіть в концепції інформатизації освіти, розробленій фондом програмованих засобів навчання, поряд з рекомендаціями, що стосуються комп'ютерного обладнання лекційних кабінетів, лабораторії інформатики, комп'ютерної мережі навчального закладу, електронного читального залу і АРМ адміністрації, відсутні рекомендації і схеми розташування комп'ютерів в класі чи аудиторії, призначених для проведення практичних занять з фізики. Цей напрямок використання ЕОТ є актуальним для подальшого його розвитку і вдосконалення.

ЕОМ під час самостійного опрацювання матеріалу. Самостійна робота студента є одним з основних і найефективніших видів навчальної

діяльності в опануванні навчальним матеріалом, що забезпечує відповідну глибину і міцність знань, формує навички творчого і самостійного втілення опанованих знань у майбутній педагогічній діяльності. З розвитком комп'ютерної техніки самостійне оволодіння знаннями за допомогою комп'ютера набуває нової якості. Вітчизняний і закордонний досвід застосування ЕОМ у навчальному процесі орієнтовано, в основному, на індивідуальні методи навчання.

Відтак, у кожного студента повинні бути вироблені навички самостійної творчості уміння наводити оптимальні розв'язки, працювати з обчислювальною технікою, бажання й уміння підвищувати свою освітню підготовку шляхом самостійного пошуку і засвоєння нової інформації

Тому однією з рис, яку повинен мати кожен студент, є здатність до безперервного самовдосконалення, підвищення своєї кваліфікації, прагнення до професіоналізму, творчого підходу до праці

Творча особистість володіє розвинутим творчим мисленням, здатністю підходити до роботи нестандартно, шукати і знаходити оптимальні шляхи, ефективні методи розв'язання проблем, що виникають.

Зазначене нами дає можливість упевнено стверджувати, що один із основних напрямків виходу на нову якість підготовки студентів, як майбутніх висококваліфікованих фахівців, яких готує ВНЗ, відповідно до сучасних вимог, є переорієнтація навчальних планів на більш широке використання самостійної роботи.

Навчально-педагогічний процес є процесом взаємодії викладача і студента. Якщо роль студентів у навчанні полягає в тому, що вони входять в активний контакт з об'єктами пізнання, то роль викладача зводиться до правильної організації цієї пізнавальної діяльності – тоді, і викладач, і студент повинні активно взаємодіяти. Проте при традиційних методах навчання із двох цих ланок, що тісно взаємодіють, дійсно активно працює лише викладач. Зазначене є наслідком того, що існуюча система навчання заснована на принципах ілюстративно-пояснювального методу навчання. Процес засвоєння значною мірою зводиться до розуміння предмета і запам'ятовування поданого матеріалу. Активна самостійна діяльність студентів у цих випадках невелика, адже кожний крок навчальної роботи суворо регламентований викладачем, відсутнє достатнє усвідомлення вибору саме даного способу дії. Така система навчання полегшує засвоєння окремих розділів курсу й оволодіння рядом спеціальних навичок, але не сприяє формуванню узагальнених знань і мало сприяє розвитку мислення студентів.

Відзначаючи роль викладачів у традиційній системі навчання, констатуємо і те, що ефективність роботи студента над предметом пізнання суттєво залежить, по-перше, від професійних якостей викладача, а по-друге, від тієї психологічної атмосфери, що склалась при взаємодії студента з викладачем. Майстерність викладання можна підвищити, якщо вчитель має прагнення до цього. Однак, щодо другого аспекту проблеми, то він є складнішим, бо характер взаємодії визначається двома сторонами, але позитивно вплинути на психологію студента відповідно до його пізнавальної

діяльності дуже не просто, тим більше, що діяти тут доводиться на інтуїтивному рівні. Тому розвиток засобів навчання і їх використання у процесі навчання допомагає швидше викласти предмет, ніж опанувати його. У цьому відношенні показовим є те, що посібники для самонавчання були розповсюджені тільки з метою вивчення мов.

Реалізація можливостей комп'ютерів у навчально-виховному процесі ВНЗ дає можливість перенести основну увагу з проблем викладання на проблеми сприйняття та засвоєння навчального матеріалу і створити навчальні програми, використання яких зведе роль студента до постійного активного дослідника, а негативні психологічні фактори у процесі учіння поступово виключить взагалі

Таким чином, комп'ютер з суто робочого інструменту перетворить в невід'ємний елемент повсякденної діяльності фахівця дозвілля, він починає виконувати функції не лише підручника, але й учителя і співрозмовника, порадики і навіть контролера.

Використання ЕОМ у навчальній лабораторії. Застосування ЕОМ у лабораторному практикумі може здійснюватися в різних напрямках – від технічної обробки отриманих експериментальних результатів до повної заміни експериментальної установки, моделювання фізичних процесів, що відбуваються в ній, і отримання достовірних кількісних результатів. Стає можливим обчислювальний експеримент, значення якого важко переоцінити, особливо якщо реальний експеримент небезпечний, дорого коштує або просто неможливий. Застосування ПЕОМ дозволяє провести аналіз поставленої задачі на рівні наукового пошуку, розширити кількість індивідуальних експериментальних завдань, що принципово змінює значення практикуму в підготовці майбутніх вчителів фізики. Все це дозволяє суттєво підвищити ефективність роботи студентів у фізичних лабораторіях, а також увести ряд якісно нових елементів у процес навчання.

Поява персональних комп'ютерів у навчальному процесі відкриває нові можливості не тільки для інтенсифікації навчального процесу, але й з метою активізації пізнавальної діяльності студентів.

Перелік методичної літератури із застосування ПЕОМ у лабораторному практикумі на даний час ще обмежений через недостатню кількість необхідних програмних педагогічних засобів, відсутній досвід їх широкого впровадження в навчальний процес.

Застосування ЕОМ як потужного технічного засобу навчання дозволяє значно розширити форми і методи викладання курсу фізики, надає нові і часто ще не усвідомлені можливості для поглибленого аналізу і осмислення сутності фізичних процесів і явищ, що вивчаються, активізує самостійну роботу студентів, зменшує затрати часу викладачів на відносно рутинні процедури. В існуючих умовах використання ЕОМ у роботі із студентами сприяє зростанню інтересу до самого процесу набуття знань і курсу, який вивчається, прилучає студентів до роботи із сучасною комп'ютерною технікою.

ЕОМ дозволяє значно розширити можливості навчального фізичного практикуму. Одним із прикладів упровадження ЕОМ у роботу фізичної лабораторії є застосування комп'ютера для автоматизації фізичного експерименту, другий - у машинному моделюванні тих фундаментальних фізичних дослідів, які відіграли основоположне значення в розвитку сучасної фізики, але з низки причин (складність і дефіцитність обладнання, що використовується, його висока вартість, надмірна тривалість проведення експерименту, необхідність вакуумування досліджуваних об'єктів або низьких температур, вимоги техніки безпеки) не включаються до складу навчального практикуму з фізики. При цьому для досягнення мети можливим є розумне спрощення досліджуваного явища, виключення другорядних факторів, що не впливають на фізичну значущість отриманих в оригінальному експерименті висновків.

Досвід показав, що використання ПЕОМ дозволяє:

а) забезпечити максимальне застосування різних форм чуттєвого і раціонального пізнання для розкриття фізичної сутності складних розрахунків

при обробці експериментальних даних, отриманих в лабораторних роботах з фізики (за допомогою проміжних графіків, діаграм тощо);

б) розкрити наукове мислення студентів, важливою характерною рисою

яких є відкриття законів запровадженням ПЕОМ для моделювання фізичних процесів, які в "чистому" вигляді неможливо реалізувати в лабораторії (наприклад, на моделі установки запрограмованої на ПЕОМ);

в) формувати творчі здібності студентів, стимулюючи уяву та інтуїцію,

використовуючи математичне планування експерименту і елементи його автоматизації з метою глибшого осмислення природи фізичних закономірностей.

Сучасні персональні комп'ютери мають високі технічні характеристики, що сприяють використанню ЕОМ в дослідницькій роботі при під'єднанні відповідних допоміжних пристроїв в ролі реєструючих приладів, засобів візуального відображення, контролю та ін. Екран графічного дисплею дозволяє формувати систему шкал вольтметрів, амперметрів та багатьох інших вимірювальних приладів, що реєструють ті чи інші параметри досліджуваних об'єктів. Ними розроблені та апробовані в навчальному процесі експериментально-дослідницькі програми, призначені для удосконалення фізичного експерименту та отримання даних про ту чи іншу фізичну величину, які можуть бути відображені в табличному, графічному або іншому вигляді доступному, насамперед, для візуального сприйняття. Після проведення навчального експерименту та отримання необхідної інформації дані підлягають комп'ютерній обробці з метою інтегрування, диференціювання, визначення та дослідження екстремумів, притаманних функціональним залежностям та ін.

В експериментально-дослідницькій роботі проміжною ланкою між ЕОМ та деяким фізичним процесом є датчики і перетворюючі пристрої. Як правило, датчики сприймають в аналоговій формі інформацію про температуру, освітленість, вологість, тиск та ін., яку перш ніж подати в комп'ютер необхідно відобразити в цифровій формі, забезпечують аналого-цифрові перетворювачі (АЦП). Промисловістю випускається ряд плат АЦП з різними технічними характеристиками: швидкодією, точністю вимірювання, додатковим сервісом роботи з пам'яттю та співпроцесором. Чим більші можливості таких АЦП, тим складніші умови їх застосування та вища вартість, що перешкоджає широкому використанню та експлуатації комп'ютерної техніки в масовому демонстраційному експерименті.

Вихід з такого становища можна знайти, якщо використати існуючий аналоговий порт комп'ютерів IBM та сумісних з ними, який традиційною застосовується для зовнішніх систем управління курсором (ручка управління, кнопка, джойстик). Аналоговий порт може контролювати зміну до чотирьох аналогових та чотирьох дискретних сигналів, що зручно використовувати для обробки даних, що надходять від датчиків контактного і аналогового типу.

Найбільшу віддачу в навчальному процесі від ПЕОМ можна отримати в комп'ютерному експерименті. Тут студент виступає в ролі дослідника-експериментатора. Перед ним ставиться завдання: знайти певну залежність, розрахувати значення деякої величини. В його розпорядження надається довідкова література і "експериментальна установка" - ЕОМ з програмою, що моделює необхідні фізичні явища в діалоговому режимі. Студент сам планує експеримент, вводить свої початкові дані, втручається у хід процесу, спостерігає на екрані те, що не можна побачити при традиційному фізичному експерименті.

Застосування студентами програм, що створені для машинної обробки результатів ряду лабораторних робіт, дозволяють скоротити час, що витрачається на розрахунки, більш повно використовувати експериментальний матеріал, у повному обсязі проводити його статистичну обробку.

Застосування обчислювальної техніки в лабораторних роботах дозволяє

1. Автоматизувати виконання експериментальних і розрахункових операцій, а також автоматизувати накопичення добутої інформації.
2. Підвищити інформативність отримуваних математичних моделей, використовуючи принципово нові методи для визначення структури і параметрів математичних моделей досліджуваних об'єктів.
3. Здійснити дискримінацію математичних моделей за критерієм якості
4. Інтерпретувати отримані результати і видавати їх в зручній формі
5. Автоматизувати керування лабораторними роботами.
6. Створювати автоматизовані банки навчально-методичної інформації.

Під час організації лабораторних робіт важливо визначити ступінь автоматизації експериментальних і розрахункових операцій. Сучасні автоматизовані системи наукових досліджень з використанням ЕОМ

дозволяють повністю автоматизувати подібні роботи, включаючи збір і обробку експериментальної інформації. Але така організація лабораторних робіт значно скорочує практичну роботу студентів, а набуття практичних навиків - одне із основних завдань лабораторних робіт залишається не реалізованим повністю.

На лабораторних заняттях ПЕОМ може застосовуватися:

- як контролююча система з перевірки готовності учнів до лабораторної роботи;
- для формування умінь роботи з лабораторним обладнанням;
- як багатофункціональний комплекс;
- для обробки результатів експерименту;
- для організації проблемної ситуації

Використання ЕОМ у навчанні є однією з найбільш ефективних сучасних технологій і набуває широкого розвитку в освітній галузі. Засоби інформаційних технологій все більше входять до нашого повсякдення. Але при цьому застосування цих засобів обмежується як правило кабінетом інформатики. Питанню практичного впровадження нових інформаційних технологій в інші навчальні предмети, зокрема фізику потрібно приділити значно більше належної уваги.

Аналіз відомої літератури, присвяченої новим технологіям навчання, поряд з багатьма рекомендаціями і навіть монографіями, показує, що на сьогоднішній день недостатньо яскравих і методично обґрунтованих розробок, які дозволили б практично застосувати комп'ютери при вивченні фізики. Автори багатьох методичних розробок користуються тією архітектурою ЕОМ, яку випускає промисловість, не піддаючи ні критиці ні аналізу їх доцільності і раціональності.

Більшість авторів не передбачає установку ЕОМ в навчальних лабораторіях загального користування, не кажучи вже про спеціальні кабінети для практичних занять з фізики, що на нашу думку, є необхідною умовою підвищення наукового рівня досліджень, що проводяться у фізичних лабораторіях.

Розробок, пов'язаних з використанням ЕОМ при самостійному опрацюванні матеріалу, багато, але програмованих для ЕОМ розробок, а тим більше методики поєднання матеріалу, який вивчається самостійно, з тим, що викладався на відповідних лекціях, на жаль, недостатньо.

Розділ II

ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ НА ОСНОВІ ЗАСОБІВ ІКТ

2.1. Мета, зміст, структура та основні завдання лабораторного фізичного практикуму з використанням засобів ІКТ.

Фізика є однією із найважливіших стратегічних галузей сучасного природознавства, яка спрямована на вивчення оточуючого світу і дослідною наукою. Тому відповідним чином поставлені досліді в штучних лабораторних умовах, поряд із спостереженнями за явищами і процесами, що відбуваються у природі, є формою емпіричного пізнання об'єктивної дійсності й одночасно виступаю одним з основних методів наукового дослідження.

Наукове спостереження полягає в цілеспрямованому і планомірному сприйнятті властивостей природи (предметів і явищ оточуючої дійсності) для одержання відповідної інформації про об'єкт пізнання за допомогою органів чуттів. У ході організації та реалізації наукового спостереження досить важливу роль відіграє теоретичне мислення. За цих обставин людина, яка досліджує об'єкт пізнання, не просто реєструє і фіксує нові факти. Вона свідомо відшукує ці факти і, керуючись конкретною ідеєю та гіпотезою – своїми передбаченнями, констатує відповідні факти і накопичує їх, а згодом, узагальнюючи всю одержану інформацію, формулює відповідні висновки. Одержані результати наукових спостережень відповідним чином інтерпретуються на основі конкретної фізичної теорії.

У ході наукових спостережень дослідники широко використовують різноманітні спеціальні засоби (наприклад, мікроскопи, телескопи, фото- і телеапаратура, мікропроцесорна та комп'ютерна техніка і т. п.), які компенсують відповідну природну обмеженість органів чуттів людини, одночасно підвищуючи точність та об'єктивність результатів спостереження.

Наукові спостереження поділяють на *безпосередні* (прямі), що пов'язані із вивченням об'єкту дослідження (предмета, явища чи процесу) та *посередні*, під час яких спостереження ведуться власне не за самим об'єктом або процесом, а за ефектом (результатом) його взаємодії з іншими об'єктами або процесами. Саме такі посередні спостереження відіграють досить важливу роль в сучасній фізиці. Прикладом, таких спостережень є спостереження заряджених елементарних частинок у камері Вільсона, або вивчення руху заряджених частинок у магнітному полі за допомогою товстошарових фотоємальсій, спостереження за їхніми треками, що являють собою сукупності краплинок рідини тощо.

Експеримент, як метод пізнання оточуючого світу, ґрунтується на тому, що досліджуване явище чи процес відтворюється в штучній (лабораторній) обстановці. За цих обставин передбачається можливість активного впливу на перебіг явищ і процесів та фіксування змін у ході явищ і супроводжується, зазвичай, досить точними вимірюваннями та відповідною математичною (статистичною) обробкою одержаних результатів. Тому експеримент як за структурою, так і за його виконанням суттєво відрізняється від

спостереження, а основна відмінність зводиться до того, що для виконання експерименту вимагається або обов'язкова наявність спеціальних матеріальних і технічних засобів, що поєднується в експериментальні установки та прилади, впливу на досліджуванні об'єкта або процесу.

Виходячи із основних завдань, експериментальні дослідження поділяються на дві групи: до першої із груп наукових експериментів належать ті з них, завданням яких є емпірична перевірка відповідних ідей, гіпотез або теорій; до другої групи відносяться наукові експерименти, завданням яких є збирання необхідної інформації (накопичення її) для побудови та уточнення конкретних припущень і здогадок.

Відповідно до методів та результатів досліджень експерименти поділяють на *якісні*, що дають можливість встановити нові можливості чи фактори які пов'язані з об'єктом дослідження а також *кількісні*, котрі передбачають точне вимірювання всіх визначальних факторів для повного процесу з наступною математичною обробкою результатів вимірювань.

У процесі виконання конкретних експериментальних досліджень велике значення надається плануванню та структурі, а також побудові і виконанню експерименту. Для кожних конкретних ситуацій ці компоненти експериментальних досліджень проявляють свої специфічні риси й особливості залежно від завдань експерименту, характеру вимірюваних величин і т. п. На заключному узагальнюючому етапі велику роль відіграє інтеграція результатів експерименту, що для фізичної галузі науки найчастіше і най доцільніше робити у вигляді графіків залежності між певними фізичними параметрами, що ілюструють конкретні закономірності, фізичні закони та елементи фізичних теорій.

Таким чином, для процесу пізнання навколишньої природи експеримент відіграє вирішальне значення, бо він слугує, по-перше, як первинне джерело пізнання природі і, по-друге, використовується як критерій істинності фізичних гіпотез і теорій. Разом з тим експеримент відіграє велику роль у процесі формування нових гіпотез і теоретичних уявлень. Відтак, узагальнення дають підставу зазначити, що без теорії та її спрямовуючих дій та ідей неможливим стає і сам науковий експеримент. Отже, теоретичні та емпіричні методи дослідження перебувають в тісному діалектичному взаємозв'язку та взаємодії. У процесі розвитку науки взагалі, і зокрема фізичної наукової галузі, а також із розвитком техніки сфера експериментальних досліджень постійно розширюється, охоплюючи при цьому дедалі складніші явища природи.

Сучасний рівень наукових досягнень і сучасний науково-технічний процес безперечно підтверджує такий факт, що фізичний експеримент як метод дослідження набуває подальшого свого розвитку з одночасним поширенням у суміжні з фізичною галуззю напрямки наукових досліджень, особливо в галузі хімії, астрономії, біології і т. д.

У навчальному процесі, подібно тому, як це має місце у процесі пізнання у фізичній галузі науки, навчальні спостереження та експеримент також посідають одне з перших і найважливіших аспектів передачі молодому

поколінню вже набутих людством знань про оточуючий світ. Таким чином у навчально-виховному процесі з курсу «Фізика», який вивчається як систематична навчальна дисципліна у повному обсязі з усіх розділів як на базовому рівні в основній школі (7-9 класи) так і у старших класах (10-11 класи) середньої загальноосвітньої школи, а також у вищих навчальних закладах за відповідним спеціальним чи технічним профілем як загальний курс фізики (до того ще й курс теоретичної фізики), методика навчання побудована на поєднанні емпіричного і теоретичного підходів.

У навчальному процесі емпіричне знання формується під час спостереження навколишнього середовища в ході порівняння окремих предметів та уявлень про них з наступним виділенням спільної для цих предметів властивості чи ознаки, засобом фіксації для якої є слова-терміни. Теоретичне знання виробляється внаслідок аналітико-синтетичної діяльності спрямованої на побудову цілісної системи понятійного змісту, яка виникає в ході розумового перетворення предметів з їх внутрішніми зв'язками. Теоретичне знання виражається спочатку у способах розумової діяльності, а вже згодом – різними знаково-символічними системами [15, с.37].

Доречно при цьому констатувати, що формування фізичних знань на теоретичному рівні зовсім не означає і навіть не ставить проблему виключення емпіричного рівня пізнання, оскільки емпіричність свідомості і мислення так само цінні для людини взагалі, а відтак і для майбутнього фахівця з будь-якого напрямку професійної діяльності, як і теоретична. Більше того зазначимо, що без емпіричного узагальнення предметів і чуттєвих образів не можливе теоретичне узагальнення, яке уводить учня (студента) в систему ідеальних об'єктів: моделей, ідей і принципів, абстрактних уявлень і понять тощо. На цьому етапі у пізнанні і у навчальному процесі важливого значення набуває вже не формально-логічне узагальнення властивості і якості предметів, внаслідок того виникає чуттєво-наочне знання (факти, емпіричні поняття і закони), а змістовне, сутнісне узагальнення тієї основи, яка перетворює його в абстрактне теоретичне знання. Отже, побудова навчального процесу з фізики на діалектичному поєднанні розумово-емпіричної та розумово-теоретичної діяльності, кожна з яких функціонує і розвивається за властивостями саме їй закономірностями, сприяє в цілому розвитку розумового мислення учня (студента) і формуванню у нього узагальненого знання, більш повного і всебічного уявлення про об'єкт вивчення – тобто веде до формування всебічних і міцних знань про природу.

Через, зазначену обставину у практиці організації навчального процесу з фізики уже в сучасній і середній школі однаковою мірою запроваджується запровадження як емпіричного, так і теоретичного рівнів пізнання, кожний з яких, зрозуміло по-різному представлені у змісті базового і основного курсу фізики в середній школі, і безперечно, особливим чином представлений під час профільного навчання в школах і класах різного типу і профілю, а також у процесі вивчення загального курсу фізики у вищому навчальному закладі,

де готуються фахівці, що пов'язані з напрямком фізики чи спорідненим із цим напрямком.

Поєднання емпіричного і теоретичного рівнів у шкільному курсі фізики не лише сприяє глибокому вивченню основних фізичних понять і законів, а й суттєво впливає на формування у свідомості учнів природничонаукової картини світу, водночас сприяючи реалізації виховних і розвивальних цілей та практичній спрямованості навчання фізики.

Як це впливає із основних цілей сучасної концепції фізичної освіти, шкільний курс фізики і особливо поглиблений та профільний його курси за своїм змістом та матеріалом мають бути побудованими з урахуванням найбільш наближеного до оптимального поєднання емпіричного і теоретичного рівнів у формуванні фізичних знань. При цьому методика фізики не допускає ігнорування та применшення ролі експерименту у навчальному процесі з фізики, бо, *по-перше*, фізика, як галузь природознавства, є експериментальною наукою і відповідно шкільний її курс має базуватися з урахуванням експериментальної його основи; *по-друге*, у процесі навчання фізики навчальний фізичний експеримент, з одного боку є джерелом знань і виступає висхідним моментом, початковим компонентом у навчально-пізнавальній діяльності учнів, а з іншого – він слугує критерієм істини отриманих знань з фізики і звичайно є досить вагомим і важливим фактором на завершальній стадії і пізнання, і навчання учнів з метою перевірки наслідків, що випливають із фізичних теорій. Крім того навчальний фізичний експеримент має досить важливе значення для практичної спрямованості процесу навчання, і дозволяє ефективно розв'язувати навчально-практичні цілі. Не менш важливим для навчального процесу є *третій аспект* його прояву, що пов'язаний та обумовлений тими обставинами, котрі доводять потребу у широкому використанні навчального фізичного експерименту як засобу наочності навчального матеріалу та засобу, що сприяє підготовці учнів (студентів) до активної творчої діяльності, вимагаючи і навчально-пізнавальну діяльність.

Варто додати, що у навчальному процесі фізичний експеримент ефективно запроваджується для реалізації різних дидактичних цілей і під час вивчення нового матеріалу, у ході його повторення і закріплення, з метою формування і розвитку практичних умінь і навичок, а також для перевірки рівні і глибини опанування основ курсу фізики та з метою контролю системи набутих знань, умінь і навичок. Водночас він може ефективно використовуватись під час різних організаційних форм проведення занять з фізики (у вигляді демонстрацій і демонстраційних дослідів, як фронтальні спостереження і досліди та фронтальні лабораторні роботи, як фізичні практикуми чи самостійні дослідження і домашні експерименти, що виконуються групою учнів (студентів) або індивідуально тощо).

Аналіз емпіричного і теоретичного аспектів пізнання та розвитку їх взаємозв'язків у процесі становлення сучасної фізичної науки, а також дослідження співвідношення теорії та експерименту у процесі навчання фізики середніх ЗНЗ і ВНЗ дозволяє визначити сутність навчального

фізичного експерименту, яка зводиться до доцільності розуміння його як необхідної цілісної системи, яка певною мірою впливає на послідовність введення фізичних понять, постулатів, законів і наслідків із фізичних теорій, оскільки у навчальному процесі він забезпечує не лише наочність і зв'язок теорії з практикою, а є одним із провідних елементів та важливим чинником к педагогічному процесі і має розглядатися як ефективна діюча складова, від взаємозв'язків якої з іншими елементами залежить хід і кінцевий результат процесу навчання, виховання і розвитку учнів.

Таким чином, маючи на меті розкрити сучасне усвідомлення поняття шкільного фізичного експерименту з урахуванням системно-структурного та діяльнісного підходів слід погодитися з тим його означенням, котре характеризується як багатофункціональна ефективно діюча педагогічна система, яка включає в себе: 1 – діяльність учителя, спрямовану на передачу учням засобами експериментування системи знань, умінь і навичок, на підготовку і проведення навчальних дослідів і спостережень, а також на організацію пошуково-пізнавальної діяльності школярів і навчально-виховного процесу взагалі; 2 – діяльність учнів, пов'язану з опануванням системи знань, умінь і навичок та з розвитком мислення, уявлень про навколишній світ і місця в ньому людини, з розвитком творчих здібностей та набуття досвіду самостійної пошукової діяльності; 3 – об'єкт дослідження, що тісно пов'язаний зі змістом ШКФ, з методами і прийомами дослідження природних явищ і процесів та висновків із фізичних теорій; 4 – методику і техніку, що об'єднують матеріально-технічне, психолого-педагогічне забезпечення навчального експерименту та комплексу вимог до нього [15, с.162].

Окрім розглянутого аспекту, пов'язаного з роллю і значущістю шкільного фізичного експерименту для процесу навчання фізики в школі, досить вагомим для сучасного стану вдосконалення навчально-виховного процесу і досить актуальним є реалізація принципу наочності завдяки запровадженню комп'ютерної техніки, що дає можливість суттєво активізувати пізнавальну діяльність учнів (студентів). При цьому комп'ютерна техніка може бути використанню як засіб моделювання складних фізичних експериментів або в ролі експериментальної установки для дослідження певних фізичних явищ і процесів у вигляді імітаційних комп'ютерних моделей, коли комп'ютер не лише імітує досліджуване явище а й виконує роль інструмента для вивчення цього явища.

Отже, як сучасна тенденція розвитку навчального експерименту, комп'ютеризація дозволяє розширити інформативні можливості системи ШФЕ у відтворенні через відповідні моделі природних явищ і процесів, які у звичайних умовах неможливо виконати. Крім того комп'ютер дозволяє індивідуалізувати навчальний процес, що є особливо важливим у тому випадку, коли учні (студенти) самі виконують дослідів і самостійно починають експериментувати, та під час виконання учнями і студентами самостійних індивідуальних дослідницьких завдань та індивідуальних систематичних досліджень, що набувають і проявляють системний характер у здійсненні пізнання оточуючого світу.

За цих обставин треба погодитися, що комп'ютерна техніка та засоби ІКТ взагалі аж ніяк не може замінити роботу з реальними об'єктами, фізичними приладами та матеріальними моделями. Мета комп'ютерного моделювання полягає в тому, щоб доповнити ту інформацію, яку учні чи студенти отримують з підручників, під час занять, вході виконання спостережень і дослідів або для формування з першу ближчих – а згодом більш віддалених взаємозв'язків і взаємозалежностей чи для розкриття на основі прийнятих моделей механізму і сутності перебігу процесів і явищ.

Таким чином, зазначимо, що досить важливим у фахівці професійній підготовці майбутнього вчителя фізики є ознайомлення його з усіма можливими варіантами і прикладами запровадження засобів ІКТ у навчально-виховному процесі з фізики і розкриття специфічних особливостей конкретних прикладів вирішення різних дидактичних цілей у навчанні з використанням вже наявних розробок та комплексів і комплектів, які ще не розриваються у методиці навчання чи є недостатньо опрацьованими та не доведені до остаточного вирішення, а вже пропонуються вчителю для запровадження у його практичній педагогічній діяльності.

Зрозуміло, що найбільший ефект від ознайомлення майбутнього фахівця з елементами нових вирішень слід очікувати тоді коли він сам індивідуально в залежності від власних переконань та уявлень опановує нові ідеї і пропозиції і самостійно співвідносять їх зі своїми власними баченнями можливості оцінки та впровадження у власну практичну діяльність. Відтак, найдоцільнішим таке ознайомлення майбутнього вчителя фізики з новими сучасними ідеями у запровадженні засобів ІКТ у навчальному процесі з фізики (на нашу думку) реалізувати через фізичний практикум.

2.2. Лабораторні роботи на основі засобів ІКТ

Лабораторний практикум із спецкурсу «ЕОТ у навчально-виховному процесі з фізики» складається з 6 лабораторних з яких 4 базуються на використанні навчального комплекту *L-мікро*, дві – виконуються з використанням сучасного комп'ютерного програмного забезпечення навчального призначення з фізики.

В процесі виконання лабораторних робіт студенти повинні ознайомитись з набором для демонстраційного комп'ютерного експерименту *L-мікро* та методичними рекомендаціями щодо виконання лабораторної роботи.

Підготуватись до виконання лабораторної роботи: в зошиті заздалегідь виконати необхідні рисунки, записати перелік обладнання і основні вказівки до виконання кожного демонстраційного досліду та лабораторної роботи.

За результатами роботи записати кількісні значення основних фізичних параметрів, сформулювати висновки та виокремити специфічні особливості виконання дослідів.

Зробити загальний висновок, дати дидактичну оцінку обладнання за допомогою якого проводились демонстрації. Оцінити його позитивні та негативні сторони і прояви у навчально-виховного процесу з фізики.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1. ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ. КОМПЛЕКТ «L-МІКРО МЕХАНІКА»

Мета роботи: Ознайомитися з комплектом «L-мікро Механіка». Виконати комп'ютерний фізичний експеримент з кінематики і динаміки, оцінивши його дидактичні можливості.

Обладнання: Персональний комп'ютер зі встановленим програмним забезпеченням «L-мікро» «Механіка»; Набір для демонстраційного експерименту «Механіка».

Завдання:

I. Ознайомитись з набором для демонстраційного комп'ютерного експерименту «Механіка» та методичними рекомендаціями.

II. Підготуватись до виконання лабораторної роботи: в зошиті заздалегідь виконати необхідні рисунки, записати перелік обладнання і основні вказівки до виконання кожного демонстраційного досліду та лабораторної роботи.

III. Виконати нижче зазначені лабораторні роботи та демонстраційні експерименти.

IV. За результатами роботи записати кількісні значення основних фізичних параметрів, сформулювати висновки та виокремити специфічні особливості виконання дослідів.

V. Зробити загальний висновок, дати дидактичну оцінку комплекту «L-мікро Механіка». Оцінити його позитивні та негативні сторони і прояви у навчально-виховного процесу з фізики.

Перелік навчальних дослідів з комплектом демонстраційного комп'ютерного експерименту «Механіка»

1.1. Рівномірний рух

Мета роботи: продемонструвати учням рівномірний рух, ввести і відпрацювати елемент навчального матеріалу, що розкриває сутність поняття «швидкість рівномірного руху».

Обладнання: лава з обмежувачем, оптодатчики - 2 шт., вимірювальний блок L-мікро, транспортер з прямовисом, візок, пусковий пристрій, блок живлення.

Порядок виконання демонстрації

До початку уроку встановіть лаву з обмежувачем горизонтально і помістіть на неї візок з двома прапорцями. Встановіть стартову пружину на пусковий пристрій, запустіть програму L-digit.exe і виберіть пункт **«Визначення прискорення»** в списку експериментів на екрані комп'ютера. Розмістіть оптодатчики на відмітках 20 і 100 від початку лави. Приєднайте оптодатчики і

пусковий пристрій до універсального роз'єму, а блок живлення до роз'ємів з'єднувального кабелю, що підключений до третього каналу вимірювального блоку. Встановіть візок у пусковий пристрій і виконайте запуск. Орієнтуючись по першому і третьому інтервалах часу, що з'являються на екрані комп'ютера, надайте лаві слабкий нахил у бік руху візка так, щоб період часу, протягом якого візок проходить повз кожен оптодатчик, став одним і тим же. Це свідчитиме про те, що швидкість візка не змінюється, а, отже, рух рівномірний.

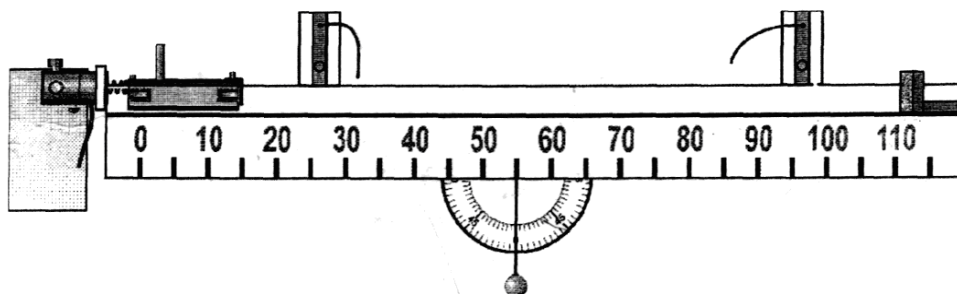


Рис. 1.1. Установка для демонстрації рівномірного руху (лава з обмежувачем).

Поверніться в режим вибору експериментів і перейдіть до досліду **«Рівномірний рух»**. Рівномірним рухом називається рух, при якому тіло за будь-які рівні проміжки часу проходить рівні відстані. Саме це Ви і повинні продемонструвати учням у першій частині досліду.

При проведенні експерименту необхідно розташовувати оптоелектричні датчики на однаковій відстані один від одного, але в довільних місцях лави, і вимірювати час, що витрачає візок на проходження відстані між ними. Залиште на візку один прапорець і встановіть його в пусковий пристрій. Виконайте серію запусків візка при різних положеннях оптодатчиків і однаковій відстані між ними.

Запропонуйте учням визначити шлях S , пройдений візком $S = x_2 - x_1$, де x_2 і x_1 координати оптодатчиків. Визначте проміжок часу t , за який було пройдено відстань між датчиками $t = t_2 - t_1$, де t_2 і t_1 - час, що пройшов від моменту запуску до проїзду візка повз перший і другий оптодатчики відповідно.

Для систематизації результатів Ви можете скористатися підготовленою заздалегідь таблицею:

x_1	x_2	$S = x_2 - x_1$	t_1	t_2	$t = t_2 - t_1$	$V = s/t$

Одні і ті ж значення відстані S (третьій стовпець), подоланні візком за будь-які однакові проміжки часу t (шостий стовпець), говорять про те, що рух візка рівномірний.

Друга частина досліду присвячена поняттю **швидкості рівномірного руху** – величині, що вимірюється довжиною шляху, пройденого тілом в одиницю часу.

Передусім варто запропонувати учням розрахувати значення швидкості візка на основі результатів, одержаних у першій частині досліду, тобто визначити $V = s/t$.

Переходячи до експерименту, встановіть один з оптодатчиків на початку лави (на відмітці 20 - 30 см) і проведіть серію запусків при різних положеннях іншого датчика. Побудуйте графік залежності $S = S(t)$. Покажіть, що графік шляху рівномірного руху є прямою лінією, тангенс кута нахилу якої не змінюється і дорівнює швидкості рівномірного руху.

1.2. Нерівномірний рух. Поняття середньої швидкості.

Мета роботи: продемонструвати нерівномірний рух тіла і відпрацювати елемент навчального матеріалу: поняття середньої швидкості.

Обладнання: оптодатчики - 2 шт., транспортер з прямовисом, вимірювальний блок L-мікро, візок, пусковий пристрій, лава з обмежувачем, блок живлення, вказівник.

Виберіть в меню на екрані комп'ютера пункт «Нерівномірний рух». Спочатку повторіть дослід з демонстрації рівномірного руху. Для цього виконайте два запуски візка, один - при розташуванні оптодатчиків на відмітках 20 і 40 см, а інший - перенісши оптодатчики на відмітки 80 і 100 см. Зверніть увагу учнів на те, що однакові відстані візок проходить за один і той же час, тобто швидкість його постійна.

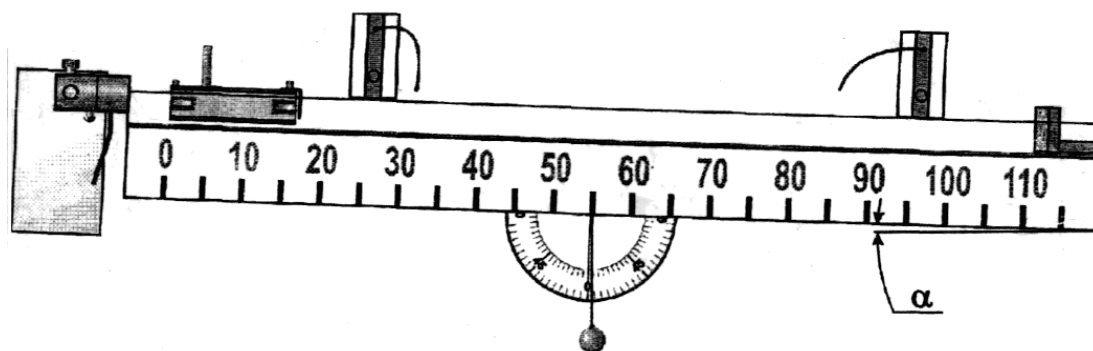


Рис. 1.2. Установка для дослідження нерівномірного руху.

Після цього змініть нахил лави і продемонструйте учням, як змінився характер руху візка. Для цього також, як і в попередньому досліді, проведіть два запуски візка, встановлюючи оптодатчики на відмітках 20 і 40 см та 80 і 100 см відповідно.

Для вивчення поняття середньої швидкості встановіть лаву під кутом $\alpha=3^\circ$ до горизонту. Встановіть пусковий пристрій без стартової пружини. Помістіть на візок один прапорець і закріпіть його в пусковому пристрої. Розмістивши оптодатчики на відмітках $x_1=20$ і $x_2=100$, здійсніть запуск. Визначте середню швидкість візка на відрізку шляху між датчиками за формулою $V_{cp}=s/t$, де $S = x_2 - x_1$, а t - час проходження візка між датчиками.

При вивченні середньої швидкості механічного руху учні виявляють відмінність у формулах, що дозволяють визначити швидкість рівномірного руху і середню швидкість нерівномірного руху. Слід акцентувати їхню увагу на тому, що в першому випадку час - це час руху тіла з постійною швидкістю, а в другому - час перебування тіла у русі. Для ілюстрації останнього твердження повторіть запуск візка, затримавши його рукою після

проходження створу першого датчика. Почекавши 10-12 с, відпустіть візок і запропонуйте учням визначити середню швидкість візка в цьому випадку.

1.3. Визначення миттєвої швидкості

Мета роботи: продемонструвати визначення швидкості тіла в даний момент часу, відпрацювати елемент навчального матеріалу «миттєва швидкість».

Обладнання: лава з обмежувачем, візок, вимірювальний блок L-мікро, транспортер з прямовисом, показчик, пусковий пристрій, оптодатчики - 2 шт., блок живлення.

Встановіть лаву під кутом $\alpha=3^\circ$ до горизонту. Поставте пусковий пристрій без стартової пружини. Встановіть на візок один прапорець і закріпіть його в пусковому пристрої (рис. 1.3). На екрані комп'ютера виберіть експеримент «Визначення миттєвої швидкості» Підготуйте таблицю наступного вигляду

x_1	x_2	$\Delta s = x_2 - x_1$	Δt	$v = \Delta s / \Delta t$

Відмітьте показчиком на середині лави точку, в якій буде визначена миттєва швидкість. Розмістивши оптодатчики на рівних відстанях від відмітки ($x_1=30$ і $x_2=100$), виконайте запуск візка і визначте середню швидкість її руху на відрізку шляху між датчиками. Занесіть отримані результати в таблицю.

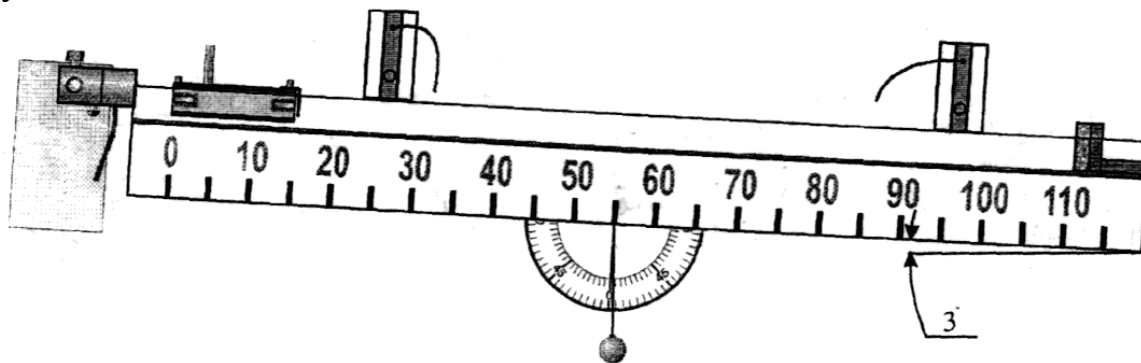


Рис. 1.3. Установка для визначення миттєвої швидкості.

Кілька разів повторіть дослід, послідовно зменшуючи відстань між датчиками. В останньому запуску встановіть датчики впритул один до одного. Аналізуючи отримані результати, відмітьте, що при все менших відрізках шляху (і, відповідно, проміжки часу, що зменшуються), можна набути значень відношення $\Delta s / \Delta t$, що наближаються до "істинної" швидкості у момент часу t . При $\Delta t \rightarrow 0$ відношення $\Delta s / \Delta t$ дасть значення миттєвої швидкості у момент часу t .

На закінчення продемонструйте учням ще один спосіб вимірювання миттєвої швидкості тіла (рис. 1.4). Повторіть попередній дослід з двома

оптодатчиками, розташованими на відстані 5 см один від одного. Запустіть візок з одним прапорцем, визначите інтервал часу і швидкість візка.

Встановіть на візок два прапорці. Залиште на лаві тільки один датчик (його слід розмістити на лінії зіткнення датчиків в попередньому запуску візка) і запустіть візок. Виміряйте час, за який візок проходить шлях, рівний відстані між прапорцями, і розрахуйте його швидкість. Попросіть учнів пояснити, чому такий спосіб виміру миттєвої швидкості еквівалентний способу із застосуванням двох оптодатчиків.

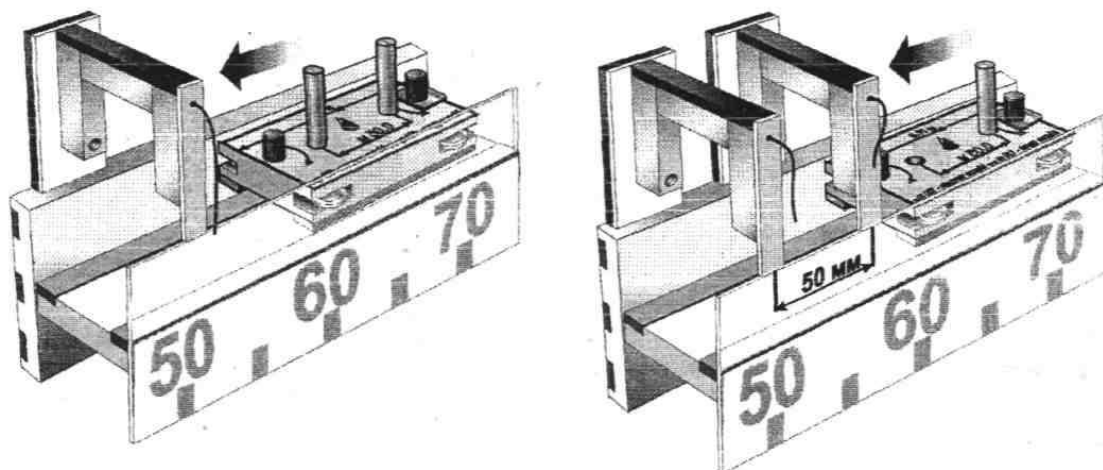


Рис. 1.4. Комбінації розташування оптодатчиків для вимірювання миттєвої швидкості тіла.

1.4. Визначення прискорення при рівноприскореному русі

Мета роботи: ввести поняття прискорення і відпрацювати елементи навчального матеріалу, пов'язані з визначенням прискорення.

Обладнання: лава з обмежувачем, оптодатчики - 2 шт., вимірювальний блок L-мікро, транспортер з прямовисом, візок, пусковий пристрій, блок живлення.

Встановіть лаву під кутом 2° - 3° до горизонту. Встановіть на візку два прапорці. У меню на екрані комп'ютера виберіть експеримент **«Визначення миттєвої швидкості»**. Встановіть пусковий пристрій і закріпіть в ньому візок. Підготуйте таблицю для запису одержаних результатів:

x	Δt	$v = \Delta s / \Delta t$

Визначте швидкість візка в точках $x = 20, 60$ і 100 або інших, встановлюючи один оптодатчик у відповідній точці. Значення швидкості обчислюється за формулою $V = \Delta s / \Delta t$, де $\Delta s = 5$ см – відстань між прапорцями, встановленими на візку, Δt - інтервал часу, за який візок проходить створ оптодатчика. Отримані результати занесіть в таблицю.

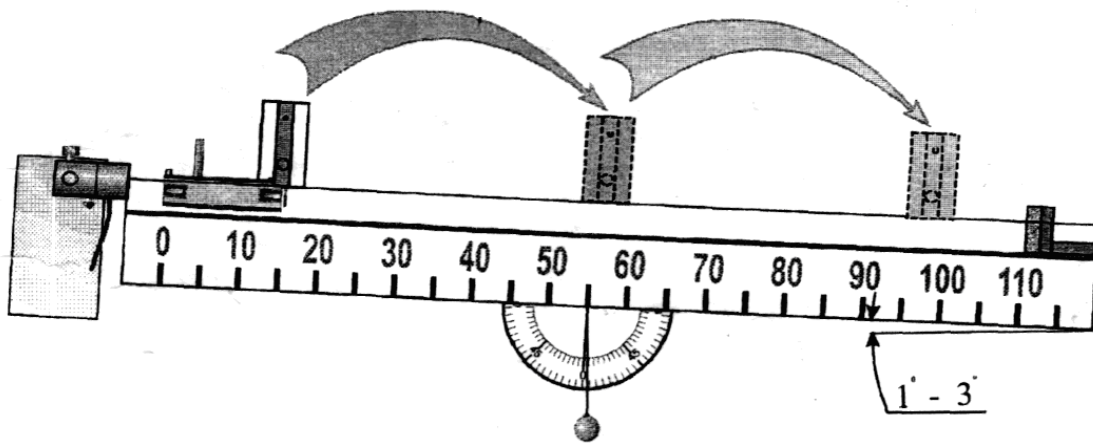


Рис. 1.5. Установка для визначення прискорення при рівноприскореному русі.

Зверніть увагу учнів на те, що при русі візка відбувається безперервна зміна його швидкості. При вивченні механічного руху важливо знати, як швидко відбувається зміна швидкості. Для цього вводять нову характеристику руху - прискорення.

Для визначення прискорення встановіть на лаву другий оптодатчик, а в меню на екрані комп'ютера виберіть пункт **«Визначення прискорення при рівноприскореному русі»**. Розмістіть оптодатчики на відмітках 20 і 100 і запустіть візок. За показами секундомірів на екрані комп'ютера обчислюються швидкості на початку і у кінці шляху за формулами ($v_1 = \Delta s / t_1$ і $v_2 = \Delta s / t_3$), зміна швидкості $\Delta v = v_2 - v_1$, і час, за який вона сталася $\Delta t = t_2 + t_1$. Прискорення визначається по формулі $a = \Delta v / \Delta t$.

Проведіть ще декілька запусків візка і визначте прискорення на ділянках 20 - 40, 50 - 70 і 80 - 100. Занесіть отримані результати в таблицю наступного вигляду:

x_1	x_2	t_1	t_2	t_3	v_1	v_2	Δv	$\Delta t = t_2 + t_1$	$a = \Delta v / \Delta t$

Зверніть увагу учнів на рівність прискорення на різних ділянках шляху.

Покажіть учням, що рух може бути також рівносповільненим ($a < 0$). Зупиніть стартову пружину на пусковий пристрій і змініть кут нахилу лави так, щоб її правий край був трохи вищий за лівий. Проведіть вимірювання прискорення на тих же ділянках, що і при рівноприскореному русі.

1.5. Вивчення залежності швидкості від часу при рівноприскореному русі

Мета роботи: вивчення рівноприскореного руху; побудова графіку залежності $v = v_0 + at$ на основі експериментальних даних.

Обладнання: лава з обмежувачем, оптодатчики - 2 шт., вимірювальний блок L-мікро, транспортер з прямовисом, візок, пусковий пристрій, блок живлення.

Для проведення досліду розташуйте лаву під кутом $1^\circ - 3^\circ$ до горизонту і встановіть на ній два оптодатчика. Під час досліду перший датчик має бути на одному місці (на мітці 20 см), а другий – переміщуватися вздовж лави. На візку слід встановити два прапорця. На екрані комп'ютера виберіть експеримент «*Залежність швидкості від часу при рівноприскореному русі*».

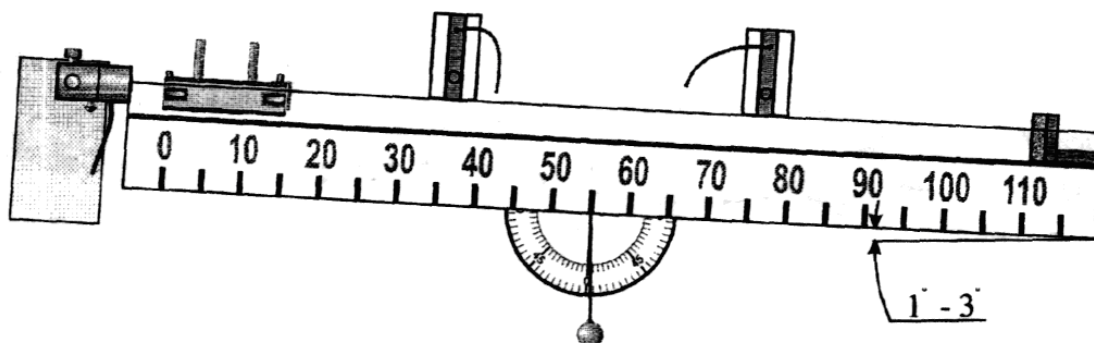


Рис. 1.6. Установка для вивчення залежності швидкості від часу при рівноприскореному русі.

Виконайте серію запусків візка, змінюючи при цьому положення другого оптодатчика. Інтервали часу, виміряні в кожному досліді, заносяться в пам'ять комп'ютера. У випадку помилки, що виникла при проведенні досліду, Ви можете виключити його результати натисненням клавіші **Del**.

Відлік часу в цьому досліді починається при проходженні прапорця візка повз перший оптодатчик, тому час руху візка між оптодатчиками t дорівнює $t_2 + t_1$. Швидкості візка в створі першого і другого оптодатчиків рівні відповідно $v_1 = \Delta s / t_1$ і $v_2 = \Delta s / t_3$ (Δs - відстань між прапорцями візка). Очевидно, що швидкість візка в початковий момент часу $t=0$ і є швидкість v_1 зареєстрована за допомогою першого датчика.

На основі отриманих даних побудуйте залежність $v=v(t)$. Для цього вийдіть з режиму вимірів, натиснувши клавішу **Esc**. Поясніть учням, що графіком швидкості при рівноприскореному русі є пряма лінія. Запишіть рівняння прямої у вигляді $v=v_0+at$ (На екрані комп'ютера рівняння прямої виникає у вигляді $y=ax+b$).

Змініть кут нахилу лави так, щоб рух візка став уповільненим. Кут нахилу лави при цьому не повинен перевищувати 1° . Встановіть стартову пружину на пусковий пристрій і проведіть серію запусків візка. Аналогічно попередньому досліді другий оптодатчик ставиться в різні точки лави, а положення першого залишається незмінним. Побудуйте графік залежності $v = v(t)$ і попросіть учнів порівняти його із залежністю, отриманою в попередньому досліді.

1.6. Шлях, пройдений тілом при рівноприскореному русі з нульовою початковою швидкістю (варіант 1)

Мета роботи: вивчення залежності шляху, пройденого тілом при рівноприскореному русі, від часу; побудова графіку цієї залежності.

Обладнання: лава з обмежувачем, оптодатчики - 2 шт., вимірювальний блок L-мікро, транспортер з прямовисом, візок, пусковий пристрій, блок живлення.

Для виконання досліду лава встановлюється під невеликим кутом (1° - 2°) до горизонту (так, щоб рух візка був прискореним). На лівому краю лави розміщується пусковий пристрій без пружини. На візок прикріплюється один прапорець. У досліді використовується два оптодатчика.

Виберіть в меню на екрані комп'ютера пункт **Шлях, пройдений тілом при рівноприскореному русі** (варіант 1). Зверніть увагу на невеликий квадрат в лівому верхньому кутку екрану. Він допоможе Вам правильно розмістити один з оптодатчиків.

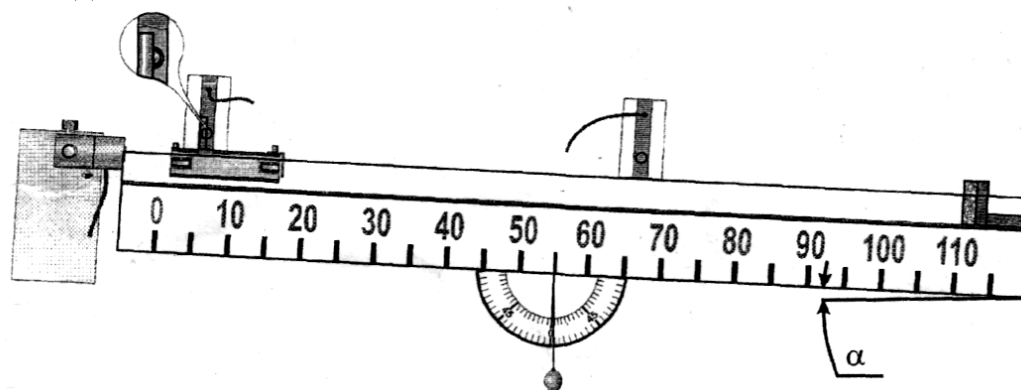


Рис. 1.7. Установка для вивчення залежності шляху, пройденого тілом при рівноприскореному русі, від часу.

При виконанні експерименту один з оптодатчиків використовується для визначення моменту початку руху. Він повинен стояти в безпосередній близькості від прапорця візка, закріпленого в пусковій установці. Для того, щоб встановити цей оптодатчик правильно, поставте його спочатку так, щоб прапорець візка перекривав промінь світла, що йде від випромінювача до приймача. Один з квадратів в лівому верхньому кутку екрану при цьому буде зафарбований в зелений або жовтий колір. Далі акуратно змістіть оптодатчик у напрямі наступного руху візка до тих пір, поки квадрат на екрані не перестане бути зафарбованим. Це означає, що прапорець візка більше не перекриває промінь світла, але як тільки візок зрушиться з місця, оптодатчик спрацює (прапорець перекриє промінь), і почнеться відлік часу.

Положення другого оптодатчика змінюється від запуску до запуску. Рекомендоване його положення таке: 20, 30, 50, 75, 100 см

Проведіть серію запусків візка. Для цього після кожного експерименту на запит внизу екрану вводите відстань між оптодатчиками і натискайте **Enter** для наступного запуску. У разі якої-небудь помилки, що виникла при проведенні досліду, Ви можете виключити його результати натисненням клавіші **Del**.

Для того, щоб продемонструвати характер залежності шляху, пройденого візком, від часу, вийдіть з режиму вимірів, натиснувши клавішу **Esc**. Ви побачите графік залежності $s=s(t)$. Попросіть учнів відповісти на

питання, чи відповідає залежність, отримана на основі даних експерименту, формулі для обчислення шляху тіла при рівноприскореному русі.

Натиснувши клавішу **Enter**, Ви можете провести також побудову залежності $s=s(t^2/2)$. Її лінійний характер безпосередньо підтверджує справедливість формули $S = \frac{a \cdot t^2}{2}$, а тангенс кута нахилу, очевидно, відповідає величині прискорення a .

1.7. Шлях, пройдений тілом при рівноприскореному русі з нульовою початковою швидкістю (варіант 2)

Мета роботи: вивчення залежності шляху, пройденого тілом при рівноприскореному русі з нульовою початковою швидкістю, від часу і побудова графіку цієї залежності.

Обладнання: лави, пусковий пристрій, оптодатчик - 1шт., візок - 1шт., блок живлення, вимірювальний блок L-мікро, вантаж масою 10 г.

У цьому досліді рух системи тіл візок-вантаж реєструється за допомогою оптодатчика, контролюючого обертання блоку. При повороті ролика блоку на пів-оберта здійснюється запис значень часу в пам'ять комп'ютера.

Для проведення досліду закріпіть лаву на магнітній дошці горизонтально або під невеликим кутом. Ліворуч впритул до торця лави встановіть пусковий пристрій, а справа - блок. Через блок перекиньте нитку завдовжки близько 1 м, один кінець якої закріпіть на візку, а до іншого причепіть вантаж 10-20 г. Встановіть оптодатчик впритул до блоку так, щоб чорні сектори, прикріпленого до ролика диска, перекривали пучок світла, що падає на датчик. Приєднайте оптодатчик і пусковий пристрій до універсального роз'єму, а блок живлення до роз'ємів з'єднувального кабелю, підключеного до третього каналу вимірювального блоку.

Запустіть програму L-digit.exe і виберіть в меню пункт "**Шлях, пройдений тілом при рівноприскореному русі (варіант 2)**". Зафіксуйте візок в пусковому пристрої і, керуючись квадратом в кутку екрану (квадрат не зафарбований - оптодатчик не перекритий), встановіть таке початкове положення ролика блоку, щоб чорний сектор перекрив промінь в датчику відразу ж після каналу руху системи. Цей момент стане початком відліку часу.

При натисненні на клавішу **Enter** живлення електромагніту пускового пристрою буде відключено і система почне рух. На розгортці при цьому виникнуть імпульси, відповідні повороту ролика блоку на пів-оберта, і реєструватиметься час від початку руху до будь-якого імпульсу. Для переходу в режим побудови графіків натисніть клавішу **Esc**. Як і в попередньому досліді Ви побачите графіки залежностей $s=s(t)$ і $s=s(t^2/2)$.

1.8. Визначення прискорення вільного падіння

Мета роботи: визначити прискорення вільного падіння, продемонструвати, що при вільному падінні прискорення не залежить від маси тіла.

Обладнання: оптодатчики - 2 шт., вимірювальний блок L-мікро, сталевий квадрат - 2 шт., пусковий пристрій, блок живлення.

Дослід 1. У цій роботі прискорення вільного падіння g визначається на основі вимірювання часу t , витраченого тілом на падіння з висоти h без початкової швидкості. При проведенні дослідів зручно реєструвати параметри руху металевих квадратів однакових розмірів, але різної товщини і, відповідно, різної маси. Методика визначення прискорення вільного падіння, що використовується в цьому досліді, забезпечує точність близько 10%. Значно більша точність досягається в наступному досліді (варіант 2), проте обробка даних в цьому випадку дещо складніша.

Для виконання дослідів встановіть пусковий пристрій у верхній частині класної дошки. Вертикально під ним розташуйте два оптодатчика, зорієнтувавши їх, як показано на рис. 1.8. Датчики розміщуються на відстані приблизно 0.5 м один від одного так, щоб тіло, що вільно падає після звільнення з пускового пристрою, послідовно проходило через їх створи (можна скористатися схилом або лінійкою). Приєднайте оптодатчики і пусковий пристрій до універсального роз'єму, а блок живлення до роз'ємів з'єднувального кабелю, підключеного до третього каналу вимірювального блоку.

Виберіть в меню на екрані комп'ютера пункт «**Визначення прискорення вільного падіння (варіант 1)**». Зверніть увагу на невеликі квадрати в лівому кутку екрану. Ці квадрати зафарбовуються, якщо хоч би в одному з оптодатчиків пучок світла перекривається якою-небудь перешкодою. Підвісьте один з квадратів до магніту пускового пристрою.

Для того, щоб при обробці результатів використовувати просту формулу $h = \frac{gt^2}{2}$ (справедливу у тому випадку, якщо в початковий момент часу швидкість тіла дорівнювала нулю), необхідно досить точно виставити взаємне розташування пускового пристрою і найближчого до нього оптодатчика. Відлік часу починається при спрацьовуванні одного з оптодатчиків. Рухайте верхній оптодатчик вгору у напрямку до пускового пристрою з підвішеним до нього тілом до тих пір, доки квадрат на екрані не стане зафарбованим. Після цього дуже акуратно опускайте датчик і зупиніть його у той момент, коли фарбування квадрата зникне. Тепер установка готова для проведення дослідів.

Виміряйте відстань між оптодатчиками h і проведіть серію запусків (5-6). Кожного разу записуйте час, який показує секундомір на екрані

комп'ютера. Розрахуйте середнє значення часу падіння тіла t_{cp} і, підставивши отримані дані у формулу $g = \frac{2h}{t_{cp}^2}$, визначте прискорення вільного падіння g .

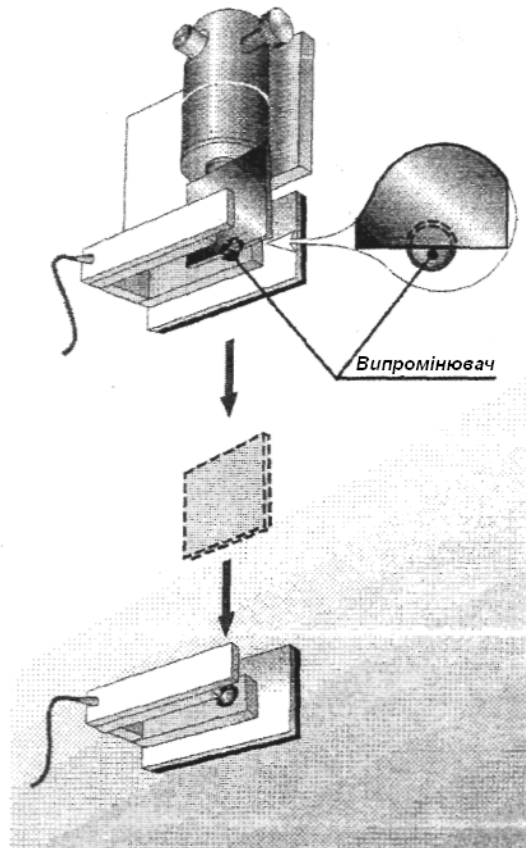


Рис. 1.8. Розташування фотодатчиків в досліді «Визначення прискорення вільного падіння».

Аналогічним чином проведіть виміри з іншим квадратом. Головна причина виникнення похибки в цьому досліді - недостатня точність установки верхнього оптодатчика. Помилка в позиціонуванні датчика в 1 мм призводить до зменшення вимірюваного інтервалу часу приблизно на 0,01 с. і, відповідно, до завищення значення прискорення до 10,5 - 11 м/с².

Дослід 2. На екрані комп'ютера виберіть експеримент «**Визначення прискорення вільного падіння (варіант 2)**» Встановіть верхній датчик на відстані 10 - 20 см від пускового пристрою.

Бажано, щоб відстань між оптодатчиками була не менше 50 см. У цьому досліді відлік часу починається з моменту виключення живлення електромагніту.

Методика обробки експериментальних даних така. При вільному падінні тіла без початкової швидкості справедлива формула $h = \frac{gt^2}{2}$, з якої виходить, що час t падіння тіла з висоти h рівний $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$. Час перетину квадратом створу першого датчика

$$t_1 = t_n + \sqrt{\frac{2h_1}{g}} \quad (1)$$

де t_n – час спрацьовування пускового пристрою;
 h_1 - відстань від нижнього краю квадрата, встановленого в пусковий пристрій, до першого оптодатчика;
 g - прискорення вільного падіння.

Аналогічно, час прольоту квадрата до створу другого датчика рівний:

$$t_2 = t_n + \sqrt{\frac{2h_2}{g}} \quad (2)$$

Віднімаючи друге рівняння з першого, отримаємо:

$$t_1 - t_2 = \frac{\sqrt{2}(\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2})}{\sqrt{g}} \quad (3)$$

Розв'язуючи рівняння (3) відносно g , отримуємо:

$$g = \frac{2(\sqrt{h_1} - \sqrt{h_2})^2}{(t_1 - t_2)^2} \quad (4)$$

де t_1 і t_2 - покази секундомірів на екрані.

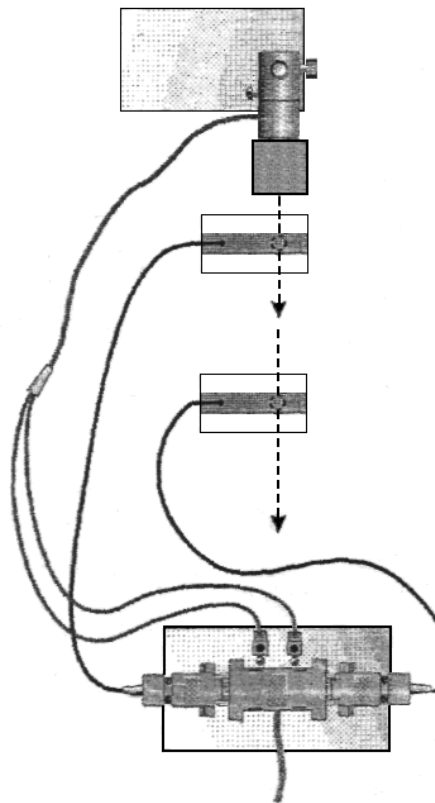


Рис. 1.9. Електрична схема під'єднання провідників до комутаційного блоку.

Встановіть в пусковий пристрій легкий квадрат і виконайте запуск. Проведіть виміри кілька разів, заповнюючи при цьому приведену нижче таблицю.

h_1	h_2	t_1	t_2	g

Обчисліть середнє значення прискорення вільного падіння. Повторіть дослід з важким квадратом. Порівняйте отримане значення прискорення вільного падіння з раніше знайденим для легкого квадрата. Запропонуйте учням зробити висновок про характер руху тіл різної маси під дією сили тяжіння.

1.9. Прояв інерції

Мета роботи: продемонструвати поняття інерції.

Обладнання: лави, візок - 1 шт., вказівник.

Для проведення дослідів встановіть лаву на стіл строго горизонтально. Це можна зробити, підкладаючи під один з кінців лави листи паперу або картону. Поставте на лаву візок і переконайтеся, що візок не лише знаходиться в стані спокою без зовнішньої дії, але і рухається абсолютно однаково в різні боки при однаковому поштовху.

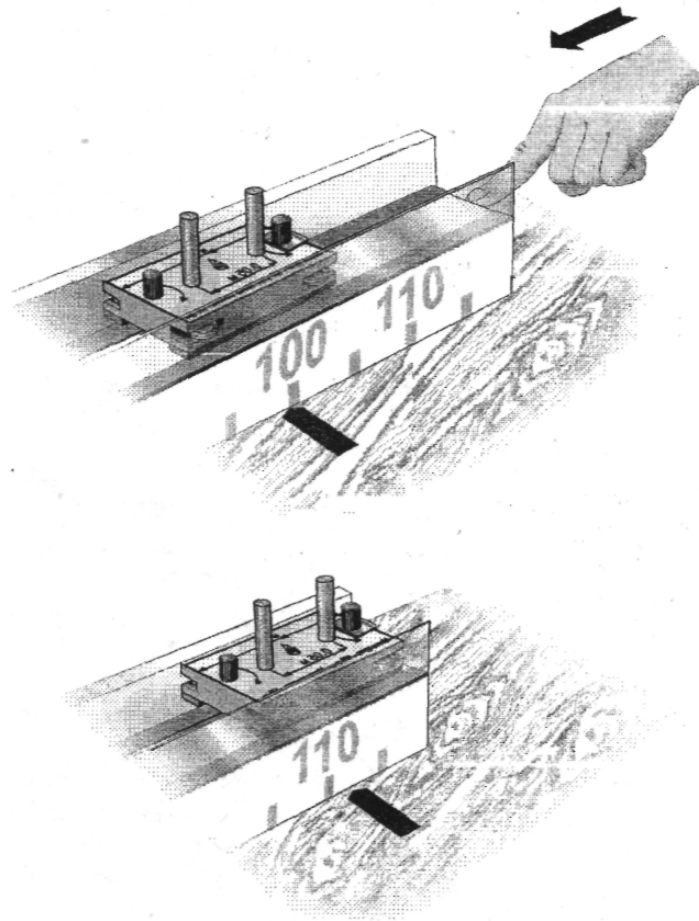


Рис. 1.10. Розташування лави для демонстрації дослідів «Інерція тіла»..

Покладіть на стіл вказівник, або відмітьте яким-небудь іншим способом положення прапорця візка відносно столу. Різко зруште лаву в той або інший бік у поздовжньому напрямі. Візок при цьому залишається на місці, тобто

немає сил, які б діяли на нього у напрямі руху лави (сила тертя між лавою і візком настільки мала, що нею можна знехтувати).

Успіх досліду багато в чому залежить від того, наскільки рух лави є поступальним і паралельним осі лави. Тому рекомендується поряд з лавою впритул до неї покласти довгу лінійку або рейку, притиснути цю лінійку рукою до столу і зрушувати лаву уздовж неї.

1.10. Залежність прискорення від величини діючої на тіло сили і від його маси

Мета роботи: перевірка справедливості співвідношення $a \sim F$ і $a \sim 1/m$, які слідують з другого Закону Ньютона.

Обладнання: лави з обмежувачем, візок, гумова стрічка, транспортер з прямовисом, вантаж для візка, вимірювальний блок L-мікро, оптодатчик, пусковий пристрій, блок живлення.

Для перевірки справедливості співвідношень $a \sim F$ і $a \sim 1/m$ (прискорення тіла прямо пропорційне діючій на нього силі і обернено пропорційне до його маси) пропонується розглянути початкову стадію руху візка на магнітній підвісці під дією сили пружності розтягнутої гуми. Сила пружності, природно, не є постійною в часі, проте, якщо реєструвати рух візка на початковому етапі, коли зміна відносної деформації гуми не велика, змінами діючої на візок сили можна нехтувати.

При виконанні досліду значення діючої на візок сили змінюватиметься в 2 рази за рахунок використання однієї або двох гумових стрічок однакової довжини. Маса візка подвоюється при закріпленні на ньому вантажу (сталеві пластини), маса якої дорівнює масі візка.

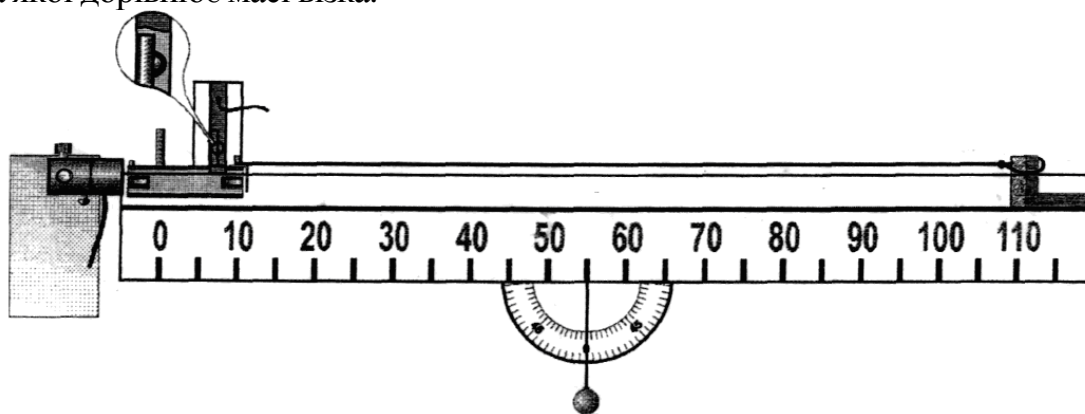


Рис. 1.11. Установка для демонстрації залежності прискорення від величини діючої на тіло сили і від його маси.

Для проведення досліду встановіть лаву горизонтально (див. рис 1.11). Пусковий пристрій закріпіть біля лівого кінця лави. Дві гумові стрічки однакової довжини надійно закріпіть на правому кінці лави, використовуючи для цього обмежувач ходу візка.

На візку встановлюється два прапорці (на відстані 5 см один від одного). У досліді фіксується час, який потрібний візку, щоб пройти мимо оптодатчика, положення якого відповідає місцю знаходження переднього прапорця візка перед початком руху. Це дозволяє визначати прискорення на основі формули $a = \frac{2l}{\Delta t^2}$, що застосовується у разі прискореного руху без початкової швидкості. Тут l - відстань між прапорцями візка, а Δt - значення інтервалу часу, виміряного комп'ютером.

Зусилля, що розвивається електромагнітом пускового пристрою, має бути достатнім для подолання сили пружності двох гумових стрічок. Тому блок живлення пускового пристрою слід включити на максимальну напругу (12 В) і не допускати включення електромагніту на тривалий час. При роботі електромагніт нагрівається, його опір збільшується, і зусилля, що розвивається ним, знижується за рахунок зменшення сили струму. При підготовці досліду Вам слід також підібрати відповідну довжину гумових стрічок (65-80 см).

Підключіть до універсального роз'єму електромагніт і оптодатчик. Запустіть програму L-digit.exe, виберіть в меню дослід **"Залежність прискорення тіла від сили і від маси"**. Розтягніть гумові стрічки і встановіть візок в пусковий пристрій. За допомогою квадрата в лівому верхньому кутку екрана розмістіть датчик безпосередньо біля переднього краю першого прапорця візка. До початку руху прапорець не повинен перекривати вісь датчика (квадрат не зафарбовано), проте він повинен перетнути оптичну вісь датчика відразу ж після початку руху візка. Процедура установки оптодатчика слід повторювати після кожного запуску візка, бо після удару візка об обмежувач лава злегка зрушується і взаємне розташування пускового пристрою, лави і оптодатчика може порушуватися.

При виконанні досліду здійсніть декілька запусків візка під дією сили пружності двох гумових стрічок (маса тіла - m , сила - $2F$), навантаженого візка під дією двох гумових стрічок (маса тіла - $2m$, сила - $2F$), навантаженого і ненавантаженого візка під дією сили пружності однієї гумової стрічки (випадки $2m, F$ і m, F). Дані дослідів записуйте в таблицю, заздалегідь підготовлену на дошці. У цій же таблиці зручно провести і обробку результатів.

При обробці результатів Ви можете доручити декільком учням розрахувати прискорення в різних рядках таблиці і продиктувати Вам отримані значення. Попросіть учнів зіставити отримані величини прискорення і обговоріть відповідність їх другому закону Ньютона.

Умови дослідів	$\Delta t, \text{с}$	$\Delta r^2, \text{с}^2$	$a = \frac{2l}{\Delta t^2}, \text{м/с}^2$
$m, 2F$			
$2m, 2F$			
$2m, F$			
m, F			

1.11. Рух системи тіл в полі сили тяжіння

Мета роботи: визначення прискорення системи тіл (двох вантажів, зв'язаних перекинутою через блок ниткою), що рухається під дією сили тяжіння.

Обладнання: блок, блок живлення, оптодатчик - 1 шт., пусковий пристрій, набір вантажів, вимірювальний блок L-мікро, пластилін.

Для проведення досліду закріпіть на магнітній дошці блок і перекиньте через нього нитку з петлями на кінцях. Довжина нитки має бути достатньою (80-90 см) для вільного здійснення блоком 4 оборотів. Підвісьте на нитку вантажі масою 90 гр. Впритул до блоку встановіть оптодатчик. Чорні сектори диска, закріпленого на блоці, повинні перекривати вісь датчика при обертанні блоку.

Сила тертя, що виникає при обертанні блоку, чинить помітний вплив на рух вантажів. Тому перед проведенням демонстраційного експерименту на уроці Вам необхідно підібрати таке перевантаження, при якому рух системи тіл однакової маси є рівномірним. Як перевантажувач зручно використовувати кульку з пластиліну, яку прикріплюють знизу до одного з вантажів. Маса кульки має бути близько 2 г, що дозволяє знехтувати нею в порівнянні з масою системи (180 г). Для того, щоб переконатися, що рух системи дійсно є рівномірним, ввімкніть комп'ютерну вимірювальну систему, запустіть програму L-digit.exe і в меню виберіть пункт **"Рух системи тіл в полі сили тяжіння (налаштування)"**. Проведіть запис руху системи, штовхнувши один з вантажів рукою. Якщо величини послідовно реєстрованих інтервалів часу збільшуються, то вантажі рухаються уповільнено і масу перевантаження слід збільшити. Якщо значення інтервалів часу зменшуються, то рух прискорений, і масу пластиліну потрібно зменшити. Рух системи можна вважати рівномірним, якщо зафіксовані інтервали часу здійснюють невеликі коливання відносно середнього значення.

Продемонструйте учням рівномірний рух системи тіл (проведіть експеримент, описаний вище і покажіть приблизно однакові інтервали часу, за які блок здійснює половину оберту).

Після цього, виберіть в меню програми L-digit.exe пункт **"Рух системи тіл в полі сили тяжіння"** і збільшіть масу вантажу, до якого прикріплена кулька з пластиліну, на 10 г. Встановіть пусковий пристрій, підключіть його і зафіксуйте з його допомогою вантаж меншої маси в нижньому положенні. Поверніть ролик блоку так, щоб відразу після початку руху чорний сектор диска перекрив оптодатчик. Для цього скористайтесь квадратом у верхній частині екрану (квадрат не зафарбований - датчик не перекритий). Таким чином відлік часу почнеться у момент старту, і прискорення можна буде визначити на основі простих формул.

Запустіть процес вимірювання, натиснувши клавішу **Enter**. Живлення електромагніту буде вимкнено і система почне рух. На екрані виникнуть імпульси, відповідні повороту ролика блоку на 180° .

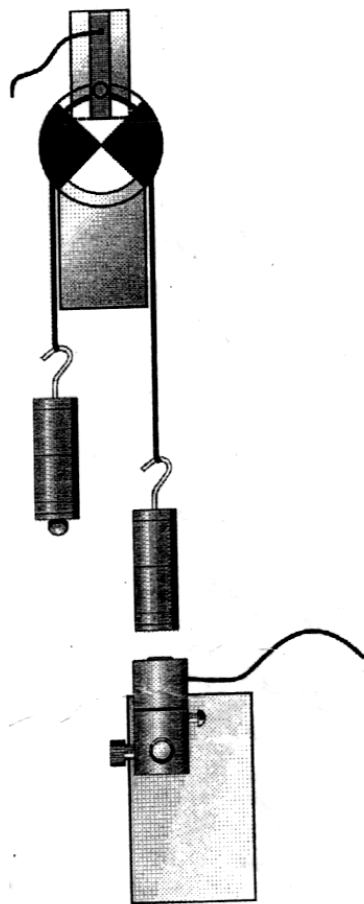


Рис. 1.12. Елемент установки для демонстрації руху системи тіл в полі сили тяжіння

Обробка результатів експерименту і визначення прискорення системи проводяться на основі побудови графіку залежності $S = a \cdot \frac{t^2}{2}$, яка в координатах $\left(\frac{t^2}{2}, S\right)$ являє собою пряму лінію з тангенсом кута нахилу, чисельно рівним прискоренню системи. Для побудови графіків натисніть клавішу **Esc**. При цьому на екрані комп'ютера з'явиться графік залежності шляху, пройденого системою тіл, від часу. Довжина шляху, який проходять вантажі при повороті блоку на 180° , введена в програму обробки заздалегідь. Наступний графік (залежність шляху від $t^2/2$) виникне на екрані при натисненні клавіші **Enter**. Розмірності величин, відкладених по осях $y(\text{см})$ і $x(\text{с}^2)$ такі, що кутовий коефіцієнт в рівнянні прямої числено рівний прискоренню, вираженому в $\text{см}/\text{с}^2$.

Значення прискорення, отримане при обробці експериментальних даних, необхідно порівняти з величиною, що отримується з розв'язування рівнянь динаміки:

$$\begin{cases} m_1 \cdot a = T - m_1 \cdot g \\ (m_2 + \Delta m) \cdot a = (m_2 + \Delta m) \cdot g - T \end{cases}$$

$$a = \frac{(-m_1 + m_2 + \Delta m)g}{m_1 + m_2 + \Delta m} = \frac{\Delta m}{M} g$$

де: $m_1 = m_2$ - маса вантажів;

Δm - маса додаткового вантажу;

$M = m_1 + m_2 + \Delta m$ - повна маса системи;

g - прискорення вільного падіння;

a - прискорення системи.

Повторивши дослід з додатковим вантажем більшої маси, Ви можете продемонструвати, що прискорення системи пропорційне величині діючої сили. Повну масу системи при цьому необхідно зберегти незмінною.

1.12. Рух тіла по похилій площині без тертя

Мета роботи: вивчення руху тіла по похилій площині без урахування сили тертя, визначення залежності прискорення тіла від кута нахилу площини.

Обладнання: лава з обмежувачем, оптодатчики – 2 шт., пусковий пристрій, транспортер з прямовисом, візок - 1 шт., вимірювальний блок L-мікро, блок живлення.

Рух тіла масою m по похилій площині у тому випадку, коли силою тертя можна знехтувати, описується рівнянням :

$$ma = mg \sin \alpha$$

з якого виходить, що прискорення тіла a прямо пропорційне синусу кута α нахилу площини до горизонту. Саме така залежність і буде продемонстрована після обробки результатів експерименту.

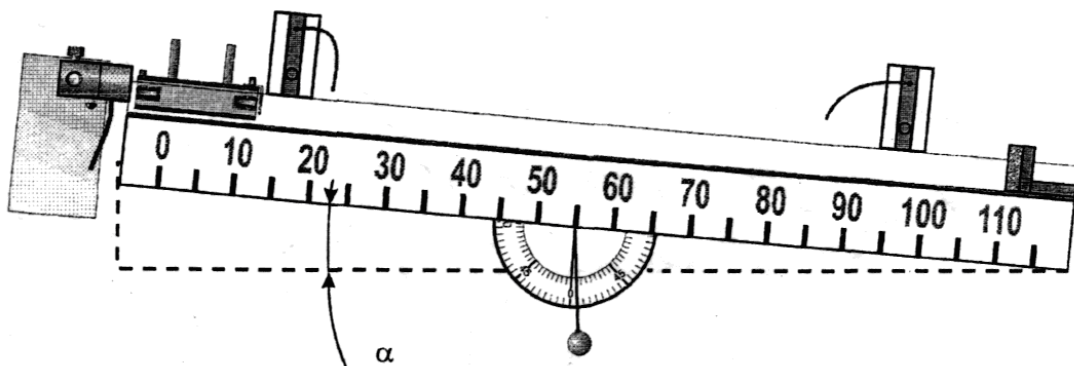


Рис. 1.13. Установка для демонстрації руху тіла по похилій площині без тертя.

Для проведення досліду встановіть лаву з пусковим пристроєм під кутом 1° - 2° градуси до горизонту (рис. 1.13). Оптодатчики розмістіть на відмітках 20 і 100 см. Помістіть на візок два прапорці. Запустіть програму L-digit.exe. На екрані комп'ютера виберіть експеримент «Рух по похилій площині без тертя».

Встановіть візок в пусковий пристрій і здійсніть запуск. Для цього натисніть клавішу **Enter**. Після завершення вимірів на екрані комп'ютера з'являться три інтервали часу, відповідно проходженню візка повз перший і другий оптодатчики, а також час руху між оптодатчиками (другий інтервал часи t_2). Ці значення часу записуються в пам'ять комп'ютера і на їх основі в програмі обробки розраховуються миттєві швидкості на початку й у кінці шляху (за формулами $v_1=l/t_1$ і $v_2=l/t_3$, де l - відстань між прапорцями, встановленими на візку). Прискорення обчислюється за формулою $a=(v_2-v_1)/t_2$. Кут нахилу лави до горизонту вводиться з клавіатури.

Повторіть дослід кілька разів, збільшуючи кут нахилу лави з кроком 2° - 5° (не слід встановлювати лаву під кутом, що перевищує 15°). Для початку вимірів кожного разу натискайте клавішу **Enter**.

На основі отриманих даних будуються графіки залежності прискорення від кута нахилу і від синуса кута нахилу лави. Для переходу в режим перегляду графіків натисніть клавішу **Esc**. На екрані з'являється графік залежності прискорення візка від кута нахилу. При натисненні клавіші **Enter** цей графік заміниться залежністю прискорення від синуса кута нахилу. На екрані буде проведена пряма лінія, що якнайкраще апроксимує експериментальні дані і з'явиться її рівняння. Оскільки коефіцієнтом пропорційності в залежності прискорення візка від синуса кута нахилу лави являється прискорення вільного падіння g , порівняйте тангенс кута нахилу побудованого Вами графіку з величиною $9,81 \text{ м/с}^2$. Ще одне натиснення клавіші **Enter** приведе до появи на екрані таблиці, яка включає як дані експерименту, так і величини, отримані під час їх обробки.

1.13. Рух тіла по похилій площині з тертям

Мета роботи: вивчення руху тіла по похилій площині за наявності тертя.

Обладнання: лава з обмежувачем, оптодатчики - 2 шт., вантаж для візка, транспортер з прямовисом, дерев'яний брусок, вимірювальний блок L-мікро.

Описані нижче досліди, природно, спираються на рівняння руху тіла, що знаходиться на похилій площині. Це рівняння може бути записане в наступному вигляді (див. рис. 1.14):

$$ma = mg \cdot \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

де m - маса тіла, a - прискорення, з яким тіло рухається, α - кут нахилу площини до горизонту, g - прискорення вільного падіння.

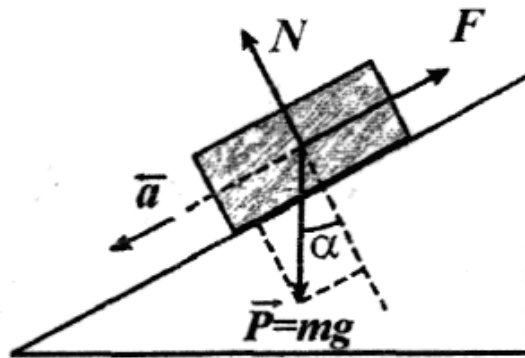


Рис. 1.14. Сили діючі на тіло яке розташовано на похилій площині.

Величина сили тертя F_{mp} залежить від стану тіла. Якщо кут нахилу α невеликий і тіло знаходиться в стані спокою, то $F_{mp} = F = mg \sin \alpha$

При русі тіла $F_{mp} = \mu N = \mu \cdot mg \cos \alpha$ де μ - коефіцієнт тертя.

Дослід 1. Визначення коефіцієнта тертя ковзання.

При рівномірному русі тіла по похилій площині виконується співвідношення: $mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha$, на основі якого визначається коефіцієнт тертя $\mu = \tan \alpha$.

Для проведення дослідів встановіть лаву на магнітну дошку так, щоб рівна поверхня пластика була обернена вгору (а магнітні направляючі, відповідно, вниз). Для вимірювання кута нахилу до лави прикріпіть транспортер і підвісьте маятник (кулька на нитці), який в даному випадку виконує роль прямовису (див. рис. 1.15). На лаву помістіть дерев'яний брусок з двома прапорцями і встановіть обмежувач в нижній точці похилої площини. Оптодатчики розміщуються на відстані 60-80 см один від одного і під'єднуються до універсального роз'єму.

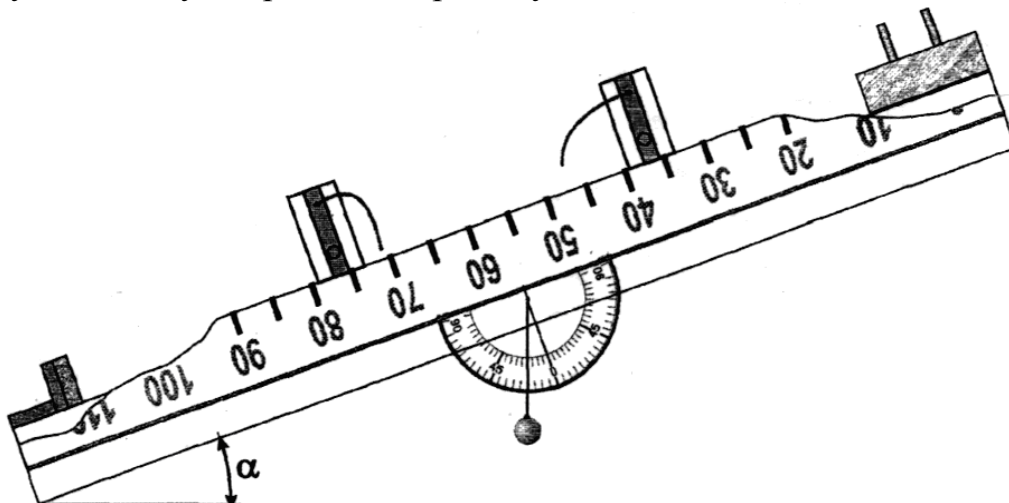


Рис. 1.15. Установка для демонстрації руху тіла по похилій площині з тертям.

Запустіть програму L-digit.exe і виберіть в меню пункт "**Рух тіла по похилій площині з тертям**". Програма цього досліді спрацьовує таким чином, що в два вікна в середині екрану виводяться інтервали часу руху бруска повз перший і другий оптодатчики відповідно.

У першому досліді Ви повинні підібрати такий кут нахилу лави (приблизно 20°), щоб рух бруска був близький до рівномірного, тобто інтервали часу на екрані комп'ютера виявилися б майже однаковими. Для того, щоб брусок починав рухатися, його слід злегка підштовхнути рукою. Для точнішого визначення кута Ви можете змінювати кут нахилу на 1° (після попереднього грубого визначення діапазону кутів), і вимірювати інтервали часу. Для отримання достовірніших даних рекомендується при кожному значенні кута проводити 3 запуски бруска.

Для того, щоб продемонструвати незалежність коефіцієнта тертя від маси тіла, що рухається, встановіть на брусок вантаж (сталеву пластину) і повторіть вимірювання кута нахилу площини, при якому брусок рухається рівномірно.

Дослід 2. Вимірювання прискорення при русі тіла по похилій площині.

Збільшіть кут нахилу лави на $5-7^\circ$ у порівнянні з положенням, що забезпечує рівномірний рух. Утримуючи брусок рукою у верхній частині похилої площини, увімкніть режим вимірювання (клавіша **Enter**) і відпустіть брусок. Розрахуйте прискорення тіла на основі даних експерименту (виміряних інтервалів часу).

Прискорення тіла обчислюється за формулою:

$$a = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2S} = \frac{1}{2S} \left[\left(\frac{l}{\Delta t_2} \right)^2 - \left(\frac{l}{\Delta t_1} \right)^2 \right] = \frac{l^2}{2S} \left(\frac{1}{\Delta t_2^2} - \frac{1}{\Delta t_1^2} \right),$$

де S - відстань між оптодатчиками, l - відстань між прапорцями, точніше, між передніми краями прапорців, встановленими на бруску, Δt_1 , Δt_2 - виміряні інтервали часу. Порівняйте знайдену величину зі значенням, отриманим на основі динамічного розгляду з урахуванням величини коефіцієнта тертя, отриманого в попередньому досліді.

Повторіть дослід, збільшивши кут нахилу ще на $3-5^\circ$ і порівняйте величини прискорення для нового значення кута нахилу лави. Збільшіть масу тіла за рахунок додаткового вантажу і знову виконайте вимірювання.

1.14. Вивчення закону збереження імпульсу

Мета роботи: продемонструвати справедливості закону збереження імпульсу на прикладі різних видів взаємодії двох тіл.

Обладнання: лава з обмежувачем, оптодатчики - 2 шт., вантаж для візка, транспортер з прямовисом, візки - 2 шт., вимірювальний блок L-мікро, пластилін.

Для проведення дослідів встановіть лаву з магнітною підвіскою строго горизонтально (від цього залежить точність результатів експерименту). На правому краю лави поставте обмежувач. До універсального роз'єму приєднайте два оптодатчика.

Запустіть програму L-digit.exe і виберіть в меню пункт "**Закон збереження імпульсу (досліди 1 і 2)**". У цій роботі вимірювання інтервалів часу двома оптодатчиками здійснюється незалежно і виводиться на екран у вигляді двох діаграм (розгорток), під якими розташовуються цифрові вікна. Для того, щоб правильно встановити оптодатчики, запустіть процес вимірювання **Enter** і кілька разів перекрийте пучок в одному з датчиків. Датчик, сигнали якого відображаються в лівій половині екрану, розташуйте на лаві ліворуч по відношенню до другого датчика.

Дослід 1. Непружне зіткнення тіл

До торцевої поверхні одного з візків прикріпіть кульку з пластиліну діаметром 3-5 мм і помістіть цей візок в середню частину лави. Прапорці на цей візок не встановлюються. Інший візок з двома прапорцями встановлюється у лівому краю лави. При проведенні досліду Вам буде необхідно рукою штовхнути цей візок. Візок, встановлений в центрі лави, до зіткнення залишається нерухомим.

Перший оптодатчик встановлюється так, щоб виміряти швидкість рухомого візка безпосередньо перед зіткненням з нерухомим візком. Іншими словами, обидва прапорці повинні пройти повз оптодатчик до того, як візки зіштовхнуться.

Другий оптодатчик використовується для вимірювання швидкості руху двох візків після зіткнення. Його можна встановити в центрі лави над нерухомим візком. Положення візків і оптодатчиків перед початком руху показане на рис. 1.16

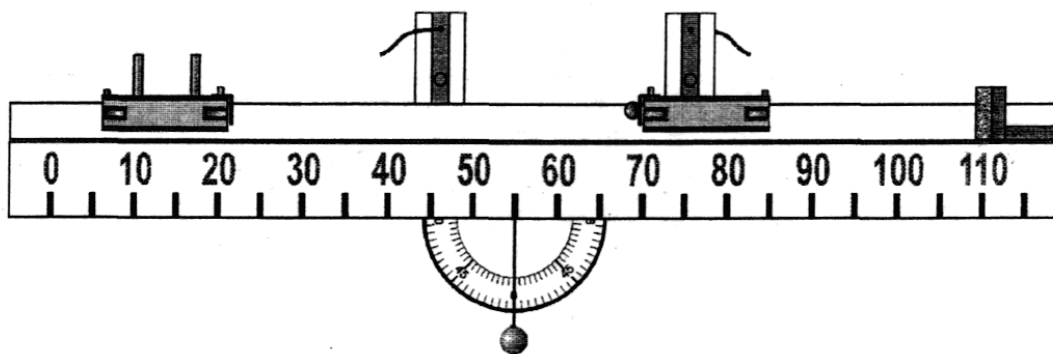


Рис. 1.16. Установка для демонстрації непружного зіткнення тіл.

Увімкніть режим вимірювання, натиснувши **Enter**, і рукою штовхніть візок, встановлений на лівому краю лави. Зупиніть рух візків після того, як вони відіб'ються від упору.

Дані вимірювання впишіть в таблицю 1.

Проведіть три запуски при однакових масах візка. Початкова швидкість руху візка може бути довільна, але після зіткнення візки повинні рухатися як одне ціле.

	$\Delta t_1, \text{ c}$	$\Delta t_2, \text{ c}$	$v_1, \text{ м/с}$	$u, \text{ м/с}$	$P_1 = m_1 v_1, \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	$P_2 = (m_1 + m_2) u, \text{ кг} \cdot \text{м/с}$
$m_1 = m_2$						
$m_1 = 2m_2$						
$m_1 = 0,5m_2$						

Позначення в таблиці, :

Δt_1 – час руху налітаючого візка повз перший оптодатчик;

Δt_2 – час руху візків повз другий оптодатчик;

$v_1 = l / \Delta t_1$ – швидкість налітаючого візка (l - відстань між прапорцями);

$u = l / \Delta t_2$ – швидкість візків після зіткнення;

P_1, P_2 - значення імпульсу системи до і після зіткнення.

Такі ж самі вимірювання проводяться при різних масах візків. Вантаж встановлюється спочатку на рухомий візок, а потім на той, що спочатку знаходився у стані спокою. При обробці даних Ви можете запропонувати учням розрахувати швидкості руху візків до зіткнення (v_1) і після нього (u), а також імпульс системи. Маса вантажу дорівнює масі візка і складає 0,12 кг. Зіставлення цифр, отриманих у двох останніх стовпчиках таблиці, дозволяє зробити висновок про збереження імпульсу системи тіл під час їх взаємодії.

Дослід 2. Рух системи тіл з нульовим значенням імпульсу

Для проведення дослідів зв'яжіть з тонкої нитки петельку, за допомогою якої Ви зв'язуватимете візки із зажатою між ними пружиною. На кожному з візків встановіть по два прапорці і розмістіть візки в центрі лави. Оптодатчики встановіть симетрично по різні боки від візків безпосередньо близько біля них (рис 1.17).

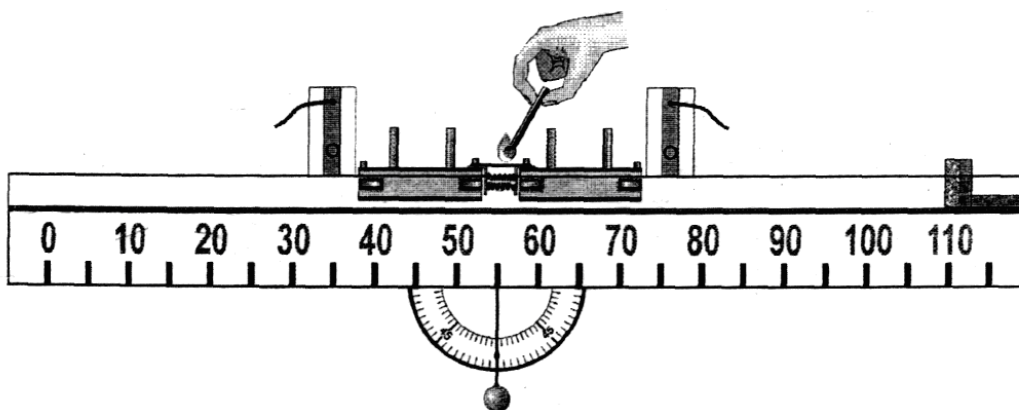


Рис. 1.17. Установка для демонстрації руху системи тіл з нульовим значенням імпульсу.

Увімкніть режим вимірювання і за допомогою сірника або нагрітої дротинки перепаліть нитку. Візки роз'їдуться в різні боки, а на екрані з'являться інтервали часу руху кожного з них повз відповідний оптодатчик.

Внесіть отримані дані в таблицю і розрахуйте швидкості, набуті візками, і сумарний імпульс системи після того, як візки почали рух. Зверніть увагу учнів на

те, що швидкості і, відповідно, імпульси візків мають різні знаки, оскільки візки рухаються в протилежні боки.

Повторіть дослід, а потім збільшіть масу одного з візків за допомогою вантажу і ще двічі проведіть виміри. Щоб візок з вантажем міг набрати достатню швидкість, максимально стискуйте пружину. Після завершення обробки даних запропонуйте учням зробити висновок про незмінність (рівність нулю) імпульсу системи за відсутності зовнішньої дії.

	$\Delta t_1, \text{с}$	$\Delta t_2, \text{с}$	$u_1, \text{м/с}$	$u_2, \text{м/с}$	$P_1 = m_1 u_1, \text{кг} \cdot \text{м/с}$	$P_2 = m_2 u_2, \text{кг} \cdot \text{м/с}$	$P = P_1 + P_2$
$m_1 = m_2$							
$m_1 = 2m_2$							

Позначення, прийняті в таблиці, :

m_1, m_2 - маси візків ($m_1 = m_2 = 0,12 \text{ кг}$);

$\Delta t_1, \Delta t_2$ - час руху візків повз оптодатчики;

u_1, u_2 - швидкості руху візків після перепалювання нитки;

P_1 і P_2 - імпульси рухомих візків;

$P = P_1 + P_2$ - імпульс системи тіл після звільнення візків.

Дослід 3. Зіткнення тіл різної маси

Один із наслідків закону збереження імпульсу полягає в тому, що якщо рух двох тіл відбувається уздовж однієї прямої лінії, то при їх взаємодії відношення змін швидкостей тіл обернено пропорційне відношенню їх мас.

Дійсно, записавши закон збереження імпульсу в скалярній формі

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

після нескладних алгебраїчних перетворень можна отримати:

$$-m_2 u_2 + m_2 v_2 = m_1 u_1 - m_1 v_1$$

$$-m_2 (u_2 - v_2) = m_1 (u_1 - v_1)$$

$$-m_2 \Delta v_2 = m_1 \Delta v_1$$

$$\Delta v_1 / \Delta v_2 = -m_2 / m_1$$

де m_1, m_2 - маси взаємодіючих тіл; v_1, v_2 - їх початкові швидкості; u_1, u_2 - швидкості тіл після взаємодії; $\Delta v_1 = u_1 - v_1$ і $\Delta v_2 = u_2 - v_2$ - зміна швидкостей відповідно першого і другого тіла в результаті взаємодії.

У цьому досліді вивчається зіткнення двох візків (один з них спочатку знаходиться в стані спокою) і розраховується відношення зміни їх швидкостей в результаті удару, після чого отримане значення зіставляється з відношенням мас візків.

Для проведення дослідів лава встановлюється строго горизонтально, на правому її краю ставиться затримувач. Один з візків поміщують на лівому краю лави, інший - приблизно в центрі. Обидва візки мають по два прапорці на відстані 5

см. Пружина на одному з візків повинна бути обернена у бік іншого візка (див. рис 1.18).

Оптодатчик, який відповідає лівій розгортці на екрані комп'ютера, встановлюється в лівій частині лави так, щоб обидва прапорці лівого візка пройшли мимо нього перед початком взаємодії візків. Інший оптодатчик ставиться в правій частині лави і реєструє швидкість другого візка безпосередньо після зіткнення. Залежно від співвідношення мас візків перший візок після зіткнення може зупинитися або продовжити рух вперед або назад. У двох останніх випадках його рух буде зареєстрований одним з оптодатчиків.

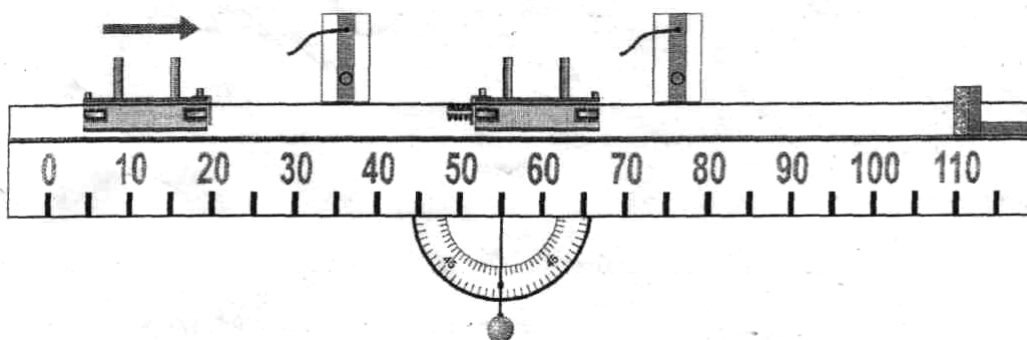


Рис. 1.18. Установка для демонстрації зіткнення тіл різної маси.

Виберіть в меню лабораторних робіт пункт **"Закон збереження імпульсу (дослід 3)"**.

Увімкніть режим вимірювання і різко (з швидкістю приблизно 1 м/с) штовхніть рукою візок, що стоїть в лівій частині лави. Зверніть увагу на рух візків після зіткнення. Зареєстровані швидкості руху внесіть в таблицю і на їх основі розрахуйте відношення зміни швидкостей візків в результаті зіткнення.

$\frac{m_1}{m_2}$	$\Delta t_1, \text{с}$	$\Delta t_2, \text{с}$	$\Delta t_3, \text{с}$	$v_1, \text{м/с}$	$u_1, \text{м/с}$	$u_2, \text{м/с}$	$\Delta v = u_1 - v_1, \text{м/с}$	$\Delta v_1 / \Delta v_2$
$\frac{m_1}{m_2} = 1$								
$\frac{m_1}{m_2} = 2$								
$\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2}$								

Позначення, прийняті в таблиці:

$\Delta t_1, \Delta t_2$ - інтервали часу, що реєструються першим і другим оптодатчиками відповідно;

Δt_3 - інтервал часу, виміряний першим або другим датчиком залежно від напрямку руху візка, що налітав, після зіткнення;

$v_1 = l / \Delta t_1, u_1 = l / \Delta t_3$ - швидкості візка, що налітав, до і після зіткнення (l - відстань між прапорцями);

$u_2=l/\Delta t_2$ - швидкість візка, що спочатку знаходився в стані спокою, після зіткнення;

$\Delta v_1=u_1-v_1$ - зміна швидкості візка, що рухався до удару;

$\Delta v_2=u_2-$ зміна швидкості візка, що знаходився в стані спокою до удару ($u_1=0$).

Рекомендується провести дослід з візками однакової маси три рази, це підвищить достовірність результату. Після цього встановіть на один з візків вантаж і повторіть експерименти при різному співвідношенні мас рухомого і нерухомого візків. При обробці результатів перед значенням швидкості візка, що налітав, після зіткнення (u_1) необхідно ставити знак мінус, якщо напрям його руху в результаті зіткнення змінився на протилежний.

Аналіз отриманих результатів зводиться до зіставлення відношення зміни швидкостей візків і відношення їх мас.

1.15. Пружний удар

Мета роботи: вивчення законів збереження імпульсу і енергії на прикладі завдання про зіткнення куль.

Обладнання: плата для кріплення куль, пусковий пристрій, блок живлення, кулі із сталі - 3 шт., оптодатчики - 2 шт., вимірювальний блок L-мікро.

Спільне застосування законів збереження енергії і імпульсу для прямого і центрального пружного удару двох куль дозволяє отримати наступні співвідношення для швидкостей руху першої (u_1) і другої (u_2) кульки після зіткнення:

$$u_1 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_1 + 2m_2 v_2}{m_1 + m_2} \quad (1)$$

$$u_2 = \frac{(m_2 - m_1) \cdot v_2 + 2m_1 v_1}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

де m_1, m_2 - маси першої і другої куль, v_1, v_2 - швидкості першої і другої кульки до зіткнення.

У цьому експерименті одна з куль спочатку знаходиться у стані спокою ($v_2=0$), тому формули (1) і (2) спрощуються:

$$u_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot v_1 \quad (3)$$

$$u_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \cdot v_1 \quad (4)$$

Якщо маси куль однакові ($m_1=m_2$), то співвідношення (3) і (4) набирають вигляду:

$$u_1=0 \quad (5)$$

$$u_2=v_1 \quad (6)$$

тобто в результаті зіткнення перша рухома куля, що налітає, зупиняється, а друга куля починає рухатись зі швидкістю, яка рівна швидкості першої кулі до зіткнення.

Очевидно, що кінетична енергія системи T до зіткнення рівна (друга куля в експериментах спочатку знаходиться в стані спокою):

$$T = \frac{m_1 \cdot v_1^2}{2}, \quad (7)$$

а кінетична енергія системи після взаємодії T' знаходиться за формулою:

$$T' = \frac{m_1 \cdot u_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot u_2^2}{2} \quad (8)$$

Перевірка законів збереження енергії і імпульсу полягає в проведенні вимірів, результати яких обробляються і порівнюються кількісно з висновками, що випливають із законів збереження енергії і імпульсу.

Схема експерименту показана на рисунку 1.19. На дошці встановлюється плата утримувача куль, електромагніт і два оптодатчика. На осях, вставлених в плату для закріплення куль, підвішуються дві кулі. У початковому положенні одна з куль утримується електромагнітом. При вимиканні живлення електромагніта ця куля відпускається і рухається по дузі кола до зіткнення з другою кулею.

Вимірювання швидкості куль у цьому досліді здійснюється таким чином. При русі кулі мимо оптодатчика пучок світла на деякий час перекривається. Інтервал часу Δt , упродовж якого світло було закрито рухомою кулею, вимірюється за допомогою комп'ютерної системи. Для розрахунку швидкості кулі V досить розділити його діаметр D на Δt :

$$V = \frac{D}{\Delta t} \quad (9)$$

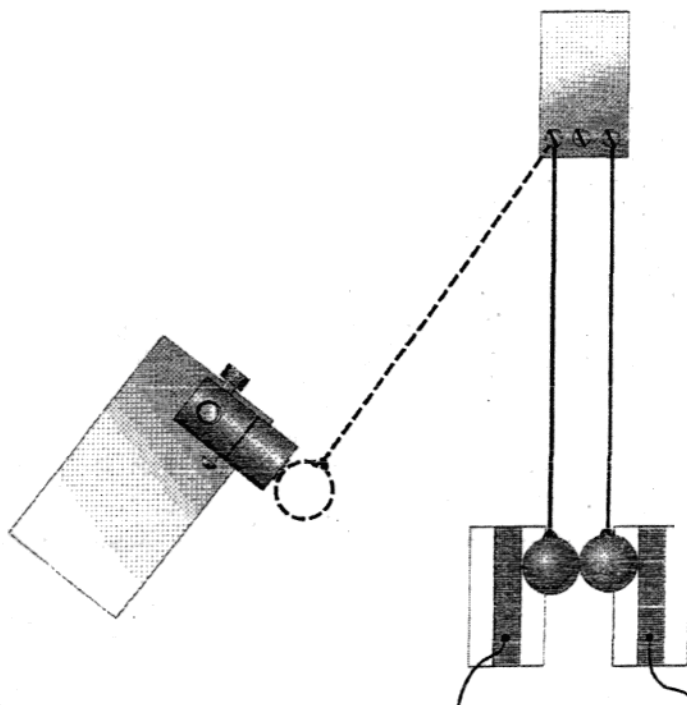


Рис. 1.19. Елемент установки для вивчення законів збереження імпульсу і енергії на прикладі завдання про зіткнення куль.

Слід зазначити, що швидкість v_1 рухомої кулі в нижньому положенні спрямована по горизонталі, а швидкість іншої кулі до зіткнення дорівнює нулю: $v_2=0$. Нитки, до яких підвішені кулі, мають таку довжину, що центри куль знаходяться на горизонтальній прямій, тому зіткнення куль можна вважати прямим і центральним.

Проведіть експеримент спочатку із сталевими кулями однакової маси, а потім з кулями різної маси. В останньому випадку один з оптодатчиків послідовно реєструватиме спочатку проліт однієї кулі, а потім іншої (залежно від напрямку руху рухомої кулі після удару).

Виміри рекомендується проводити три рази з кожною парою куль і результати вносити у відповідні таблиці.

Після проведення вимірів обчислюється кінетична енергія системи до і після удару. Потім необхідно порівняти отримані результати з розрахунками за формулами (5), (6) або (3), (4).

Проведення експерименту. Зберіть лабораторну установку як показано на рисунку 1.19. На магнітній дошці розмістіть плату для закріплення куль і підвісьте дві великі кулі. Прив'язуючи кулі, намагайтеся не залишати обірваних ниток, які можуть перешкодити зіткненню. Осі, до яких прив'язані нитки куль, повинні вибиратися так, щоб нитки були паралельні, а кулі при цьому торкалися одна одної. В той же час при відхиленні однієї кулі інша повинна залишатися нерухомою. Вирівняйте довжину ниток і налаштуйте систему так, щоб центри куль і оптичні осі оптодатчиків були на одній висоті.

Приєднайте оптодатчики і пусковий пристрій до універсального роз'єму, а блок живлення до роз'ємів кабелю, що під'єднаний до третього каналу вимірювального блоку.

1. Відрегулюйте положення електромагніту. Електромагніт повинен утримувати одну з куль, що відхилена на кут близько 30° .

2. Запустіть програму L-digit.exe і в списку, що з'явився на екрані, виберіть лабораторну роботу "**Пружний удар (дослід 1)**". Оскільки в цьому експерименті вимір часу здійснюється двома каналами окремо, визначте, який з оптодатчиків відповідає лівій розгортці на екрані. Для цього запустіть режим вимірів і перекривайте датчики яким-небудь предметом. Оптодатчик, який відповідає лівій розгортці на екрані, зручно використовувати для реєстрації швидкості першої рухомої кулі, що налітає.

4. Перед проведенням вимірів необхідно правильно вибрати положення оптодатчиків. Кулі при цьому повинні нерухомо висіти на нитках. Датчик, призначений для реєстрації швидкості першої кулі до удару, встановлюється так, щоб, з одного боку, здійснювати виміри як можна ближче до точки зіткнення, а з іншого боку, щоб куля повністю пролетіла повз нього до удару.

Встановіть перший оптодатчик між електромагнітом і найближчою до нього кулею. При цьому пучок світла не має бути перекритий (квадрат на екрані не зафарбований). Це означає, що куля пролетить повз датчик до початку взаємодії з іншою кулею. Аналогічним чином поставте другий оптодатчик безпосередньо близько біля другої кулі (може залишатися

невеликий проміжок, щоб на експеримент не впливало "тремтіння" нитки). Ця куля перекриє пучок світла відразу, як тільки почне рух. Стежте за тим, щоб висота оптичних осей датчиків (висота розташування світло- і фотодіодів) співпадала з висотою, на якій знаходяться центри куль.

5. Підведіть до електромагніту кулю і після того, як вона притягнеться ним, заспокойте коливання другої кулі.

6. При натисненні клавіші **Enter** живлення електромагніту вимкнеться, і куля почне рух. Зверніть увагу учнів на рух налітаючої кулі після удару. На екрані комп'ютера виникне два інтервали часу. Перший з них відповідає руху кулі, що налітала, другий відображає час прольоту другої кулі, що на початку перебувала в стані спокою. Повторіть дослід 3 рази, записуючи результати в таблицю 1.

7. У списку лабораторних робіт виберіть "**Пружний удар (дослід 2)**". Замініть кулю, яка до удару залишалася в стані спокою, кулею меншої маси. Врахуйте, що точки підвісу повинні знаходитися один від одного на відстані рівній сумі радіусів куль. Відрегулюйте довжину ниток у відповідності з п. 1 і, налаштувавши положення оптодатчиків (див. п. п. 4,5), здійсніть ще 3 запуски установки. Результати дослідів цієї серії внесіть в таблицю 2. Зверніть увагу, що в цих дослідах налітаюча куля після зіткнення продовжує рух в тому ж напрямі, і другий інтервал часу, виміряний другим датчиком, відповідає часу прольоту цієї кулі повз оптодатчик.

8. Поміняйте кулі місцями, так щоб легша куля налітала на важчу. В цьому випадку легка куля в результаті зіткнення змінює напрям руху на протилежний, тому її швидкість після удару реєструється першим датчиком. Результати дослідів цієї серії внесіть в таблицю 3.

9. Обробка результатів дослідів проводиться в таблицях. Діаметри куль вимірюються за допомогою штангенциркуля. Маса куль m можуть визначені зважуванням.

10. Порівняйте швидкості, отримані в експерименті, зі значеннями, розрахованими на основі формул (5), (6) для однакових куль і (3), (4) для куль різної маси.

На основі отриманих даних розрахуйте кінетичну енергію системи до і після зіткнення і порівняйте отримані значення. Зменшення кінетичної енергії системи після зіткнення (якщо воно має місце) означає, що насправді удар не був абсолютно пружним і частина механічної енергії перейшла в теплову. Розгляньте також зміну сумарного імпульсу куль в результаті зіткнення.

Таблиця 1

Зіткнення двох кульок однакової маси

$m_1=m_2$	$\Delta t_1, c$	$\Delta t_2, c$	$v_1, m/c$	$u_2, m/c$	$T, Дж$	$T', Дж$
1						
2						
3						

Таблиця 2

Зіткнення двох кульок різної маси

$m_1 > m_2$	$\Delta t_1, \text{с}$	$\Delta t_2, \text{с}$	$v_1, \text{м/с}$	$u_2, \text{м/с}$	$T, \text{Дж}$	$T', \text{Дж}$
1						
2						
3						

Таблиця 3

$m_1 < m_2$	$\Delta t_1, \text{с}$	$\Delta t_2, \text{с}$	$v_1, \text{м/с}$	$u_2, \text{м/с}$	$T, \text{Дж}$	$T', \text{Дж}$
1						
2						
3						

Позначення, прийняті в таблицях:

$\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3$ - інтервали часу, які реєструються комп'ютерною вимірювальною системою.

$v_1 = D_1 / \Delta t_1$ - швидкість налітаючої кулі до зіткнення (D_1 - діаметр налітаючої кулі).

$u_2 = D_2 / \Delta t_2$ - швидкість кулі, що знаходилася в стані спокою, після зіткнення (D_2 - діаметр цієї кулі).

$u_1 = D_1 / \Delta t_3$ - швидкість налітаючої кулі після зіткнення в дослідах з різними кулями.

T - кінетична енергія системи до зіткнення.

T' - кінетична енергія системи після зіткнення.

$\Delta T = T' - T$ - зміна кінетичної енергії в результаті взаємодії куль.

1.16. Збереження механічної енергії в полі сили тяжіння

Мета роботи: експериментальна перевірка закону збереження енергії при русі тіла у полі сили тяжіння.

Обладнання: металевий квадрат, пусковий пристрій, блок живлення, оптодатчик, вимірювальний блок L-мікро.

Експериментальна установка для перевірки закону збереження енергії збирається наступним чином. На вертикально розташованій металевій дошці встановлюється пусковий пристрій, а на відстані 40-60 см під ним нижче розміщується оптодатчик.

Металевий квадрат, що спочатку утримується пусковим пристроєм, при падінні пролітає через створ оптодатчика, що дозволяє виміряти його швидкість руху.

Запустіть програму L-digit.exe і виберіть пункт меню "**Збереження енергії в полі сили тяжіння**". Підвісьте квадрат до пускового пристрою, натисніть на клавішу **Enter** (живлення електромагніта у цей момент буде вимкнено), і перевірте, чи реєструє оптодатчик падіння квадрата.

При правильному розташуванні оптодатчика на екрані комп'ютера з'явиться значення часу, протягом якого квадрат перекривав пучок світла в датчику. Швидкість квадрата $v=l/\Delta t$, де l - довжина сторони квадрата, а Δt - вимірний інтервал часу. Дослід варто повторити 3-5 разів для того, щоб отримати середнє значення швидкості руху тіла $v_{cp} = \frac{1}{n}(v_1 + v_2 + \dots + v_n)$

Виміряйте висоту h , з якої падав квадрат (відстань від оптодатчика до центра квадрата, підвішеного до пускового пристрою) і розрахуйте зміну потенціальної енергії квадрата (маса квадрата заздалегідь визначається зважуванням). Порівняйте зміну потенційної енергії квадрата з його кінетичною енергією, визначеною на основі усередненого значення швидкості руху при падінні з висоти h .

1.17. Період коливань математичного маятника

Мета роботи: вивчення залежності періоду коливань математичного маятника від довжини підвісу.

Обладнання: лава, оптодатчик, вимірювальний блок L-мікро, транспортер з прямовисом, пусковий пристрій, блок живлення.

Підвісьте маятник і відрегулюйте довжину нитки так, щоб відстань від центра маятника до точки підвісу склала приблизно 40 см. Встановіть оптодатчик і пусковий пристрій, як показано на рисунку 1.20. Приєднайте оптодатчик і пусковий пристрій до універсального роз'єму, а блок живлення до роз'ємів з'єднувального кабелю, що під'єднаний до третього каналу вимірювального блоку. Підготуйте таблицю наступного виду :

α	l	$(T/2)_1$	$(T/2)_2$	T

Запустіть програму L-digit.exe і виберіть експеримент "**Період коливань математичного маятника (дослід 1)**". Підвісьте маятник до пускового пристрою, виконайте запуск. Інтервали часу на екрані комп'ютера відповідають півперіоду коливань маятника. Різниця значень у верхньому і нижньому рядку вказує на те, що оптодатчик зміщений убік від вертикалі, що проходить через точку підвісу маятника. Період коливань визначається як сума значень часу, записаних в одному стовпці на екрані.

Спочатку необхідно досліджувати, чи впливає амплітуда коливань маятника на період. Для цього проведіть ряд запусків маятника з наступними початковими кутами відхилення $\alpha = 60^\circ, 45^\circ, 30^\circ, 20^\circ, 10^\circ, 5^\circ$. Результати вимірів внесіть в таблицю і проаналізуйте отримані результати. Починаючи з деякого кута відхилення період коливань стає практично незалежним від амплітуди, і саме для періоду таких коливань, які називаються малими, справедлива формула $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Тут T - період коливань маятника, l – довжина нитки підвісу (відстань від точки підвісу до центра кульки), g - прискорення вільного падіння.

Вивчення залежності періоду коливань від довжини нитки підвісу слід проводити, обмежуючи кут відхилення маятника малими коливаннями.

Виберіть експеримент "**Період коливань математичного маятника (дослід 2)**" і проведіть виміри періоду коливань маятника при чотирьох значеннях довжини нитки підвісу, кожного разу вводячи в комп'ютер довжину нитки, виражену в метрах.

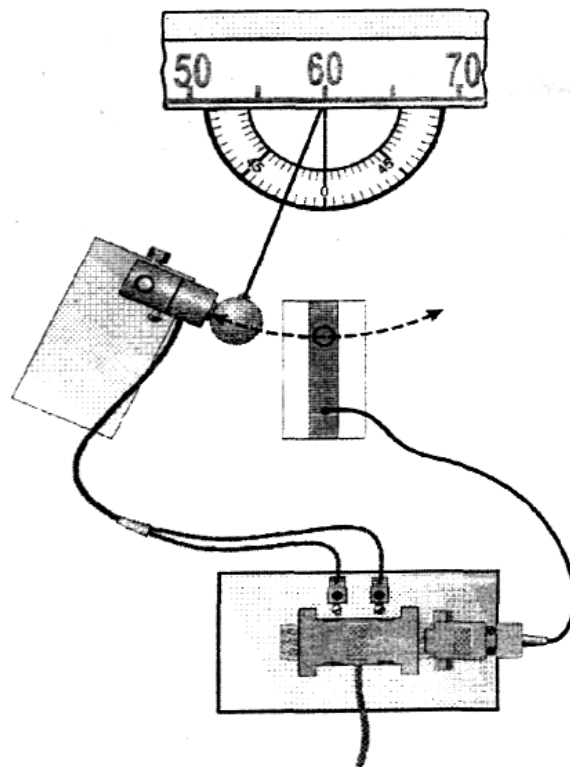


Рис. 1.20. Установка для дослідження математичного маятника.

Для переходу в режим побудови графіків натисніть клавішу **Esc**. На екрані з'явиться графік залежності періоду коливань T від довжини маятника l . Натискаючи на клавішу **Enter** можна побудувати також графік залежності $T = T(\sqrt{l})$. Дана залежність є лінійною, а її кутовий коефіцієнт рівний $2\pi/\sqrt{g}$, де g - прискорення вільного падіння. Таким чином Ви можете продемонструвати учням метод визначення прискорення вільного падіння. Запропонуйте учням зробити висновок про характер залежності $T=T(l)$ і розрахувати прискорення вільного падіння на основі графіка $T = T(\sqrt{l})$.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ. КОМПЛЕКТ «L-МІКРО ТЕПЛОВІ ЯВИЩА»

Мета роботи: Ознайомитися з комплектом «L-мікро Теплові явища». Виконати комп'ютерний фізичний експеримент з кінематики і динаміки оцінивши його дидактичні можливості.

Обладнання: Персональний комп'ютер зі встановленим програмним забезпеченням «L-мікро Теплові явища»; Набір для демонстраційного експерименту «Теплові явища».

Завдання:

I. Ознайомитись з набором для демонстраційного комп'ютерного експерименту «Теплові явища» та методичними рекомендаціями.

II. Підготуватись до виконання лабораторної роботи: в зошиті заздалегідь виконати необхідні рисунки, записати мету, перелік обладнання і основні вказівки до виконання кожного завдання.

III. Виконати всі зазначені лабораторні роботи та демонстраційні експерименти.

IV. За результати роботи записати кількісні значення, висновки та специфічні особливості виконання дослідів.

VI. Зробити загальний висновок та дидактичну оцінку комплекту «L-мікро Теплові явища». Оцінити його позитивні та негативні прояви у навчально-виховному процесі з фізики.

Перелік лабораторних робіт з комплектом демонстраційного комп'ютерного експерименту «Теплові явища»

2.1. Перетворення механічної енергії на внутрішню енергію під час удару

Мета роботи: на прикладі нагрівання свинцевого зразка під час удару показати перетворення механічної енергії у внутрішню енергію тіла.

Обладнання: вимірювальна система, термопарний дріт, шматочки свинцю вагою 0,5-1 г, ковадло, кабель сигнальний із вбудованим підсилювачем.

В експерименті відпрацьовується елемент навчальної програми "Перетворення механічної енергії у внутрішню енергію тіла". Дослід проводиться після введення поняття «внутрішня енергія». Для вивчення даної теми заздалегідь рекомендується показати падіння сталевий (пружної) і пластилінової (непружної) кульки на ковадло.

Після обговорення перетворень потенціальної енергії в кінетичну і далі у внутрішню енергію тіла учням пояснюють, що мірою внутрішньої

енергії є температура. Далі пропонується провести експеримент із зміною температури зразка при непружному ударі.

Порядок виконання експерименту

Експеримент складається з двох основних частин: у першій його частині школярі вчать вимірювати температуру, для чого необхідно розповісти їм про можливі способи вимірювання температури у побуті і техніці. Слід особливо підкреслити, що різноманіття методів визначення температури пов'язане з особливістю об'єктів, температуру яких потрібно визначити, а також з вимогами до якості одержаних результатів. Дуже корисно ввести поняття точності вимірювання, діапазону вимірюваних величин і швидкості процесу вимірювання.

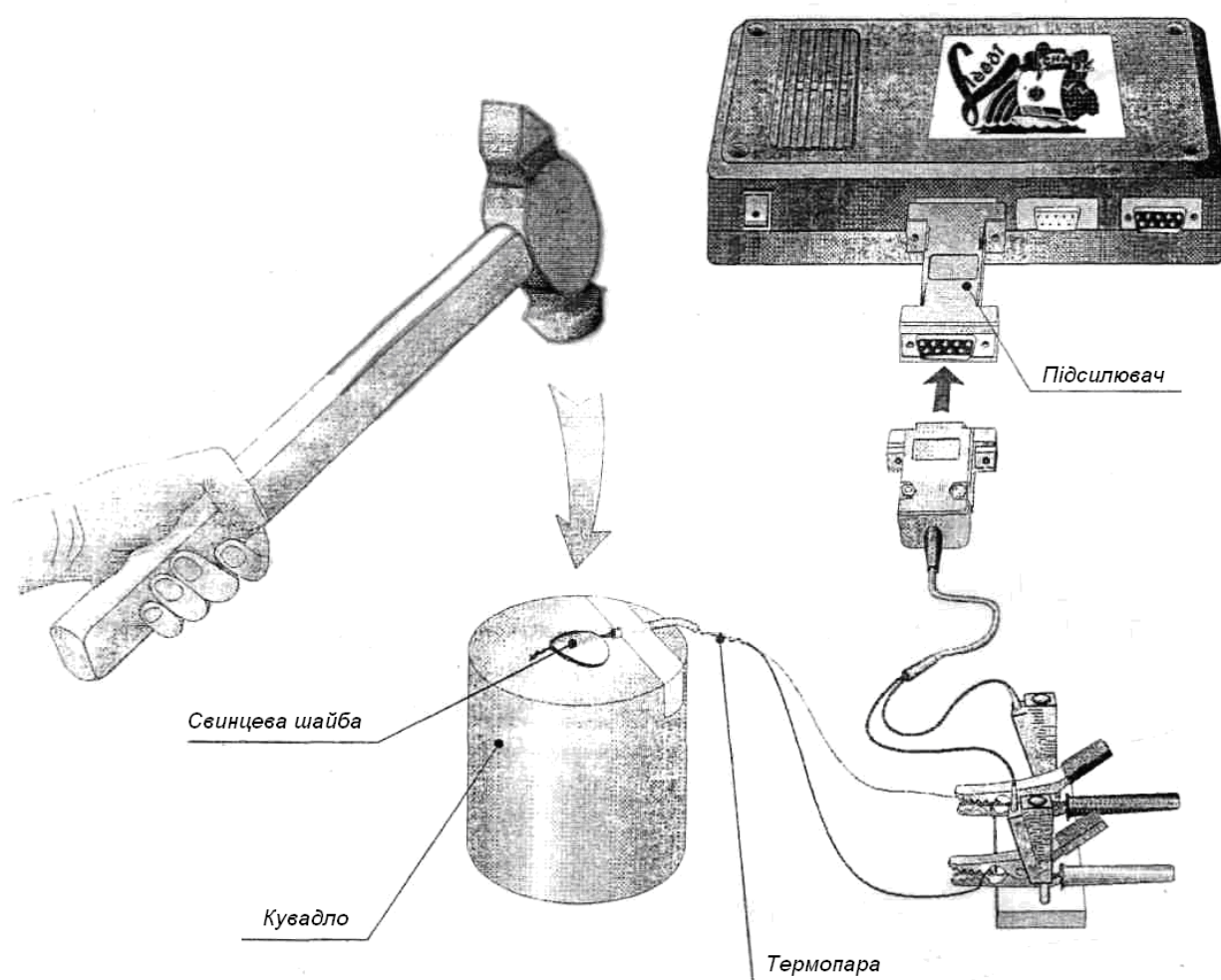


Рис. 2.1. Загальний вигляд установки для демонстрації перетворення механічної енергії у внутрішню (теплову)

Перед проведенням досліду слід звернути увагу учнів на достатньо малі (крихітні) розміри зразка, що вивчається, і високу швидкість зміни температури. Саме цими чинниками обумовлений вибір способу вимірювання температури за допомогою термопари. Далі показують пристрій і принцип дії термопарного вимірювача температури, для чого два шматки

дроту з двох різних сплавів (хромелю і алюмелю) із прикріпленими выводами закріплюють на платі як показано на рис. 2.1. Клеми плати під'єднують до першого каналу вимірювальної системи із вбудованим підсилювачем. Вільні кінці дротів скручують і показують учням, що саме місце скручування є термочутливим: тобто при дотику рукою спостерігається відхилення в значеннях температури. У разі зменшення температури слід поміняти виводи термопар на платі із затисками.

Продемонструвавши учням можливість реєстрації температури за допомогою термопар, приступають до другої частини експерименту. Учням показують досліджуваний зразок, що є свинцевою сплюснутою пластинкою завтовшки 1-1,5 мм. Далі свинцевий зразок плоскогубцями обтискають навколо місця скручування термопарних дротів і закріплюють на ковадлі за допомогою клейкої стрічки, як показано на рис. 2.1.

Молотком або спеціальним вантажем ударяють по спеціальному зразку і на екрані монітора спостерігають картину зміни температури рис. 2.2. Після охолодження зразка слід зупинити процес вимірювання

При вивченні експериментальної кривої увагу учнів звертають на величину нагрівання зразка ($t_m - t_0$) і на його швидкість охолодження (τ_m). Після проведення експерименту пропонується учням самостійно пояснити процес перетворення енергії з одного виду в інший і підкреслити, що мірою внутрішньої енергії є температура.

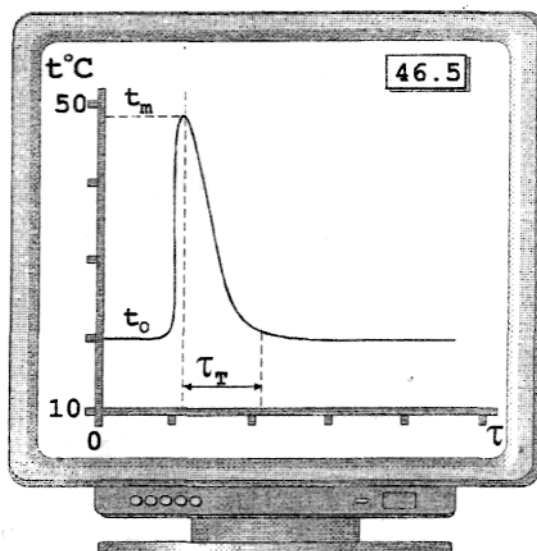


Рис. 2.2. Процес зміни температури зразка.

Експериментальне завдання 1: *Оцінити долю механічної енергії, що перейшла у внутрішню енергію свинцевого зразка.*

Для вирішення цього завдання необхідно шляхом зважування визначити масу свинцевого зразка (m) і металевого вантажу (M), а також виміряти висоту (h), з якою опускався металевий вантаж. Після проведення експерименту реєструють максимальну температуру (t_m), до якої нагрівся зразок, і складають рівняння енергетичного теплового балансу.

$$M \cdot g \cdot h = c \cdot m \cdot (t_m - t_0) + Q$$

де Q - втрати енергії.

Долю механічної енергії, що перейшла у внутрішню енергію зразка (к.к.д. процесу) знаходять як відношення:

$$\frac{c \cdot m \cdot (t_m - t_0)}{M \cdot g \cdot h}$$

Рекомендується обговорити з учнями причини втрат енергії під час удару. За наявності часу бажано здійснити експериментальну перевірку гіпотез, висловлених учнями.

Експериментальне завдання 2: *Розглянути вплив умов теплопроводу на швидкість охолодження зразка після удару.*

Для цього проводиться два експерименти: у першому випадку металевий вантаж після удару залишається на ковадлі тривалий час, а в другому випадку вантаж відразу ж забирається з ковадла.

Порівнюються час охолодження зразка (τ_m) за різних умов теплопроводу. За результатами експериментів учні повинні зробити висновок, що щільний механічний контакт між зразком і ковадлом сприяє швидкому охолодженню зразка, що ілюструє принцип роботи радіатора (наприклад в електронних пристроях).

2.2. Зміна внутрішньої енергії за рахунок роботи сил тертя

Мета роботи: показати зміну внутрішньої енергії тіла при терті і розглянути чинники, що впливають на цей процес.

Обладнання: вимірювальна система, робоче поле, датчик температури (0-120 °C), лабораторний штатив з тримачем.

У цьому експерименті відпрацьовується елемент навчальної програми "**Способи зміни внутрішньої енергії тіла**". Перед проведенням дослідів необхідно пояснити, що не дивлячись на те, що енергія, теплота і робота вимірюються в одних одиницях, вони мають абсолютно різний зміст. Робота і теплота не є видами енергії, вони являють собою дві можливі форми передачі енергії. Як об'єкт, що вивчається, в цій роботі розглядається власне датчик температури, а конкретніше термочутливий елемент, що змінює свої електричні властивості при зміні температури.

Порядок виконання експерименту

Експеримент складається з двох дослідів: в першому зміна внутрішньої енергії термочутливого елемента відбувається безпосередньо за рахунок теплопередачі, а в другому - внаслідок здійснення роботи (в даному випадку силами тертя).

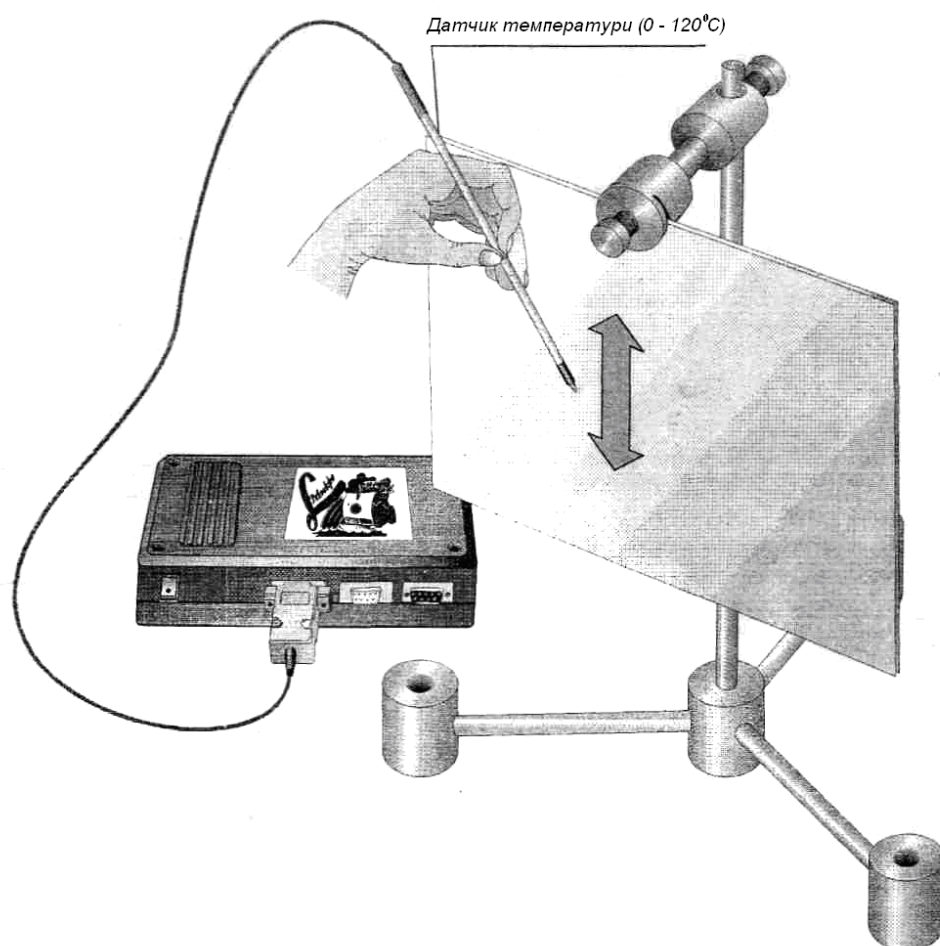


Рис. 2.3. Загальний вигляд установки для демонстрації зміни внутрішньої енергії за рахунок роботи сил тертя.

Для демонстрації дослідів на лабораторному столі збирають установку як показано на рис 2.3, розташовуючи робоче поле вертикально лицьовою поверхнею (покритою пластиком) до учнів. Для цього зручно використовувати лабораторний штатив з тримачем, забезпеченим кульовим шарніром.

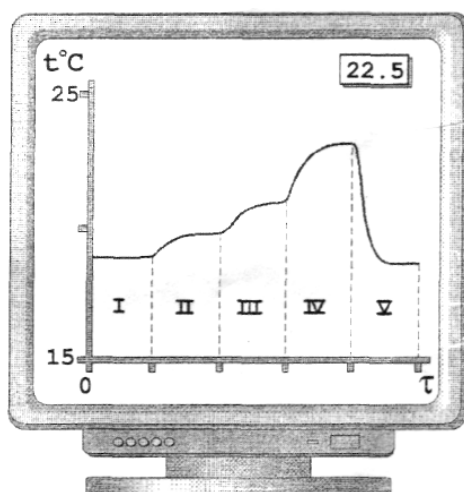


Рис. 2.4. Характер зміни температури.

Датчик температури під'єднується до першого каналу блоку. На екрані відображується температура приміщення де відбувається демонстрація. Доторкнувшись чутливим елементом датчика до лицьової поверхні листа, необхідно переконатися, що температура листа співпадає з кімнатною температурою (область 1 на рис. 2.4).

1. Доторкніться чутливим елементом поверхні руки і відмітьте підвищення температури на графіку. Поясніть учням, що при контакті з об'єктом, температура якого більша, внаслідок теплопередачі можна збільшити внутрішню енергію чутливого елементу датчика.

2. Повільно переміщаючи датчик по поверхні, спостерігають слабку зміну температури (область 1 на рис. 2.4). Таким чином можна добитися аналогічного результату, що і в першому випадку (нагрів датчика), але при зовсім інших діях. Слід зробити висновок про можливість зміни внутрішньої енергії тіла шляхом здійснення механічної роботи.

Далі слід розглянути чинники, що впливають на величину здійснюваної роботи і, відповідно, на величину зміни внутрішньої енергії термодатчика. При збільшенні швидкості переміщення і сили натиснення на датчик температура в місці контакту помітно збільшується (області III і IV). Якщо на поверхню крапнути машинного масла (води), температура різко падає (область V), що говорить про зменшення роботи сил тертя.

На рисунку 2.4 приведена характерна крива зміни температури чутливого елементу датчика залежно від швидкості переміщення, сили тиску, властивостей поверхонь, що труться.

Інформативність експерименту може бути значно підвищена, якщо використовувати спеціальну установку для контрольованого переміщення датчика температури по поверхні.

Наприклад, макет установки може бути зібраний школярами з елементів конструктора "LEGO". Пластмасовий диск приводиться в обертання від двигуна через редуктор, датчик температури закріплюється на коромислі, що коливається. Швидкість обертання диска регулюється змінним резистором за рахунок зміни напруги живлення на двигуні. Сила тиску датчика на диск може також змінюватися шляхом переміщення вантажу по коромислу.

Експериментальна задача. Побудувати експериментальну залежність температури в місці контакту від швидкості переміщення датчика, від величини притискуючої сили і властивостей поверхні.

2.3. Зміна внутрішньої енергії при стискуванні і розширенні газу

Мета роботи: показати як змінюється внутрішня енергія тіла (в даному випадку газу), коли над ним здійснюють роботу і коли воно саме здійснює роботу.

Обладнання: вимірювальна система, мікронасос з регулятором, датчик температури (0-120 °С) з гумовою пробкою, пробірка з відводом.

У даному експерименті відпрацьовується елемент навчальної програми **"Способи зміни внутрішньої енергії тіла при здійсненні роботи"**. У попередньому експерименті йшла мова про можливість збільшення внутрішньої енергії тіла при здійсненні механічної роботи. Як зміниться внутрішня енергія тіла, якщо роботу здійснюватиме безпосередньо це тіло?

Як досліджуваний об'єкт в даному випадку розглядається повітря в посудині. Про величину внутрішньої енергії газу ми судитимемо, вимірюючи його температуру за допомогою датчика.

У першій частині досліду ми підтвердимо вже відомий результат: при здійсненні роботи над тілом (стисненні газу) внутрішня енергія його збільшується, в другій частині досліду, коли газ розширюється, ми повинні зареєструвати зменшення температури, що відповідатиме зменшенню внутрішньої енергії газу.

Порядок виконання експерименту

Зберіть лабораторну установку (рис. 2.5). Для отримання помітної зміни температури рекомендується використовувати посудину мінімального об'єму, наприклад, пробірку з відводом.

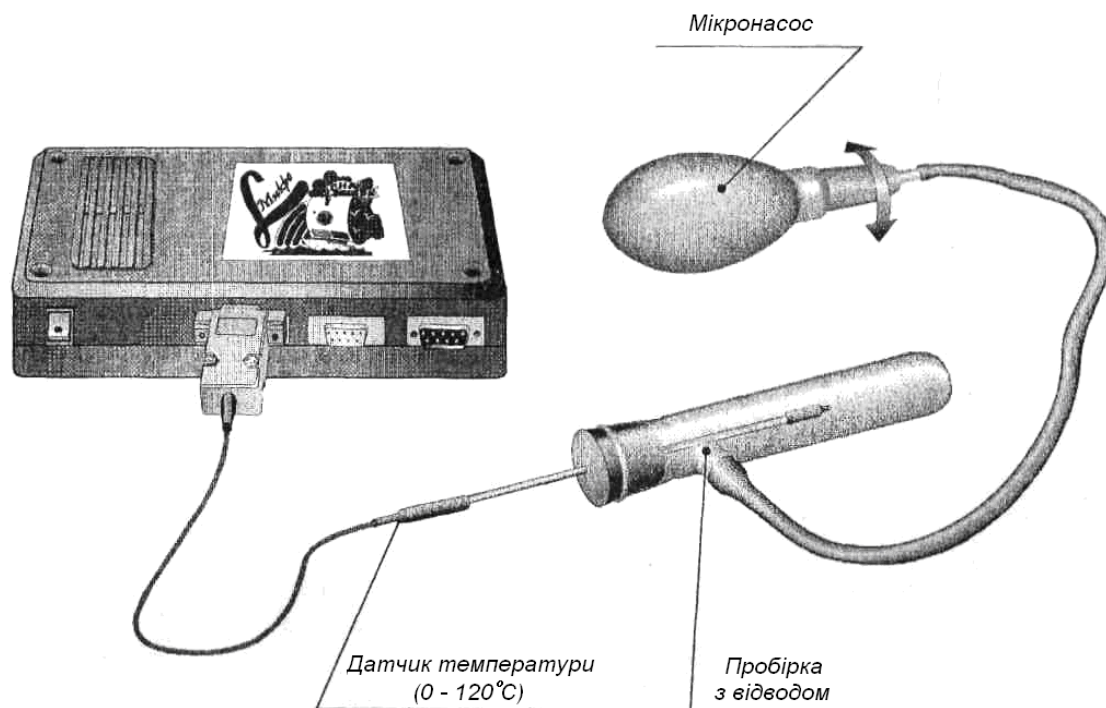


Рис. 2.5. Загальний вигляд установки для демонстрації зміни внутрішньої енергії газу.

Датчик температури закріплюється в гумовій пробці так, щоб чутливий елемент розташовувався в центрі посудини.

Різка здавивши грушу мікронасоса при закритому крані, на екрані спостерігають підвищення температури в посудині (область II, рис.2.6), що

свідчить про збільшення внутрішньої енергії газу. Через декілька секунд, коли температура газу за рахунок охолодження знову зрівняється з навколишньою температурою, слід швидко відкрити кран і зменшити тиск в посудині. На екрані повинне відобразитися різке зменшення температури за рахунок зменшення внутрішньої енергії, частина якої пішла на виконання роботи. Після цього слід зупинити режим запису результатів і акцентувати увагу учнів на отриманій кривій.

Необхідно детально розібрати кожную область кривої і обговорити сукупність процесів, що визначають зміну температури газу в посудині.

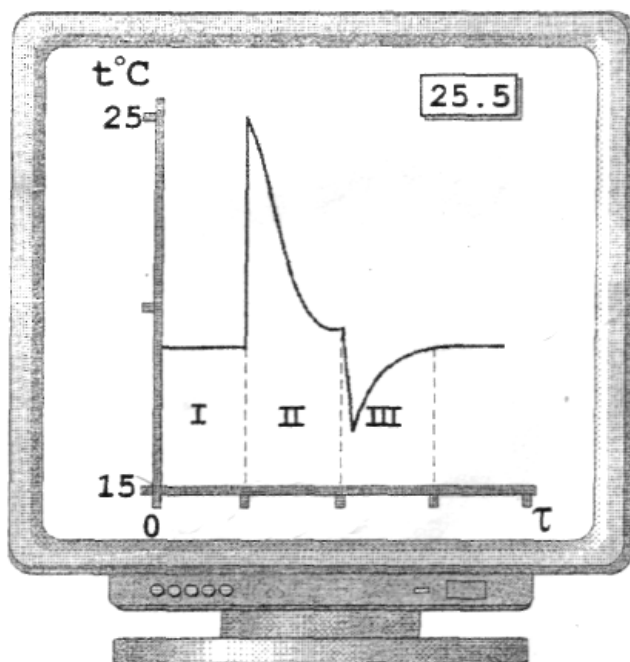


Рис. 2.6. Характер зміни температури газу при його стисненні і розширенні.

2.4. Теплопровідність

Мета роботи: показати процес перенесення енергії в твердому тілі, порівняти теплопровідності різних матеріалів.

Обладнання: вимірювальна система, склянка з термостійкого скла, два датчики температури (0 – 120 °C), лабораторний штатив з утримувачем, робоче поле, набір стержнів з різних матеріалів, дві плати із затискачами.

У даному експерименті відпрацьовується елемент навчальної програми "**Теплопровідність**". Процес теплопровідності розглядається на прикладі передачі тепла в металевих стержнях. Один з кінців стержня опускається в гарячу воду, а зміна внутрішньої енергії іншого кінця стержня безпосередньо реєструється за допомогою датчика температури. Порівняння теплопровідностей різних речовин здійснюється одночасною реєстрацією процесу нагрівання двох стержнів. При цьому передбачається, що кількість енергії, що отримується стержнями від гарячої води однакова. У першому наближенні це можна вважати вірним, враховуючи, що умови теплообміну між водою і стержнями практично ідентичні.

Порядок виконання експерименту

Перед проведенням дослідів рекомендується розповісти учням про механізм передачі енергії металевим стержнем, звернувши увагу на сильну залежність теплопровідності від виду матеріалу. Бажано намалювати на дошці схему експерименту і показати, що зміна температури кінця стержня відображає процес передачі енергії по стержню від більше нагрітої його частини в менш нагріту.

Експериментальну установку збирають, як показано на рисунку 2.7. Робоче поле закріплюють вертикально так, щоб його нижній край розташовувався на 1-2 см вище за склянку. Датчики температури закріплюються також як і стержні через теплоізолюючу прокладку в платах із затискачами. Для забезпечення теплового контакту датчиків і стержнів торці стержнів мають спеціальну проточку, заповнену теплопровідною пастою (пластилін з мідними ошурками). Датчики температури під'єднуються до 1 і 2 каналів блоку.

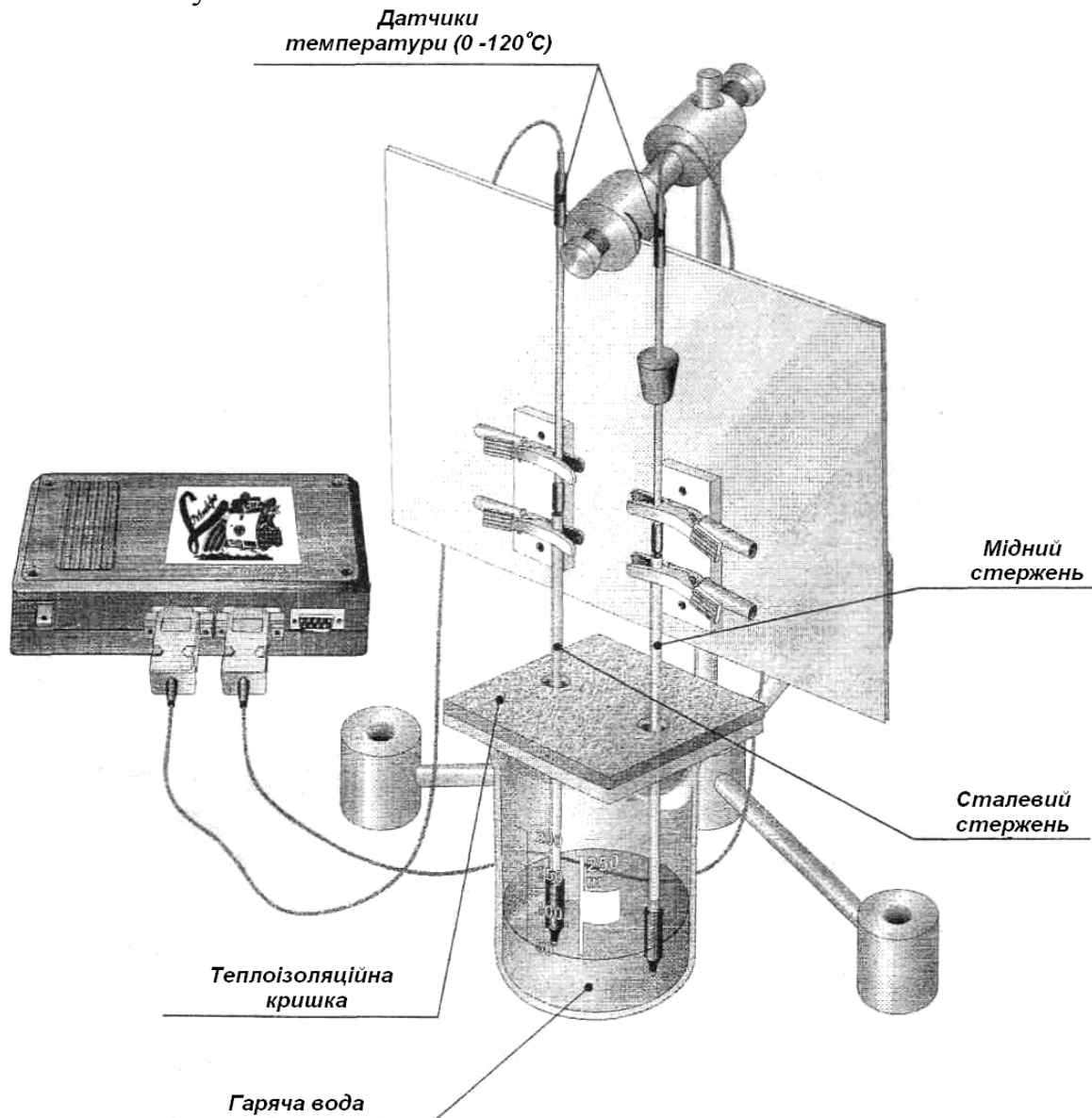


Рис. 2.7. Загальний вигляд установки.

У першому досліді використовується тільки один металевий стержень (мідний). Після опускання одного кінця стержня в гарячу воду на графіку відбувається поступова зміна температури (рис. 2.8). Після виходу на стаціонарний рівень (область II) процес запису зупиняють. Учням слід пояснити причину зміни температури краю стержня поступовою передачею кінетичної енергії частинок від більше нагрітого до менш нагрітого кінця стержня.

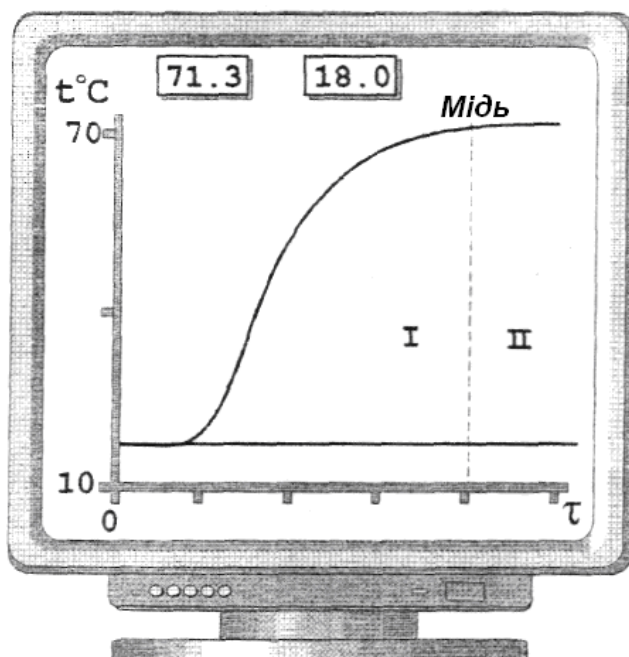


Рис. 2.8. Зміна температури холодного краю мідного стержня.

Для другого досліді рекомендується узяти два стержні з різною теплопровідністю, наприклад, мідь і сталь.

Геометричні розміри зразків мають бути однаковими (стержні з набору мають діаметр 2 – 3 мм і довжину 120 мм). Стержні з датчиками закріплюють на робочому полі в платах із затискачами, що дозволяє вільно переміщувати їх по висоті.

При здійсненні досліді зразки одночасно занурюються в склянку із гарячою водою на однакову глибину. Для усунення можливого нагрівання датчиків за рахунок гарячої пари, рекомендується використовувати захисну теплоізолюючу кришку з двома отворами під стержні.

На екрані монітора з'являться дві криві зростання температури, відповідні двом різним матеріалам. Після виходу на стаціонарний рівень верхньої кривої слід зупинити проведення вимірів. При аналізі температурних кривих бажано підкреслити, що теплопровідність зразка характеризується швидкістю нагрівання (крутизною кривої) на початковій ділянці.

Експериментальне завдання 1. З'ясувати з учнями природу виникнення стаціонарної ділянки кривої, аналізуючи можливі шляхи втрати енергії.

Для ілюстрації усунення або активізації цих втрат слід показати зміну стаціонарної температури при надяганні теплоізоляційної оболонки (шматок пінопласту) або додаткового радіатора (шматок фольги) на відкриту частину стержня.

У першому випадку рівень стаціонарної температури вищий, а в другому випадку нижче за первинний стаціонарний рівень. На закінчення можна навести приклади використання цих прийомів у техніці.

Експериментальне завдання 2. Після обговорення результатів другого дослідження, вказавши на те, що кривизна початкової фази графіка характеризує теплопровідність матеріалу, можна ввести характеристику цієї кривизни як відношення зміни температури до часу, за який ця зміна сталася. Таким чином, фіксуючи певний рівень температури (t_n) і час, за який вона досягається для першого і другого зразка (τ_1, τ_2), можна зробити кількісну оцінку відношення теплопровідних властивостей матеріалів одного і другого стержнів.

Для закріплення матеріалу слід провести декілька дослідів із стержнями з інших матеріалів (кераміка, пластмаса, скло), кількісно оцінюючи теплопровідні властивості того або іншого матеріалу.

Експериментальне завдання 3. Рекомендується провести дослід з зразками різної геометричної форми (наприклад, трубка і стержень одного розміру) і зробити висновок про те, як форма зразка впливає на процес теплопередачі.

2.5. Конвекція

Мета роботи: показати процес перенесення енергії в рідині на прикладі природної конвекції.

Обладнання: вимірювальна система, склянка з термостійкого скла, два датчики температури (0-120°C), теплоізолювальна перегородка, робоче поле, лабораторний штатив з утримувачем, дві плати із затискачами.

У даному експерименті відпрацьовується елемент навчальної програми "Конвекція". Процес конвекції розглядається на прикладі самовільного перемішування гарячої і холодної води, заздалегідь розділених теплоізоляційною перегородкою.

Порядок проведення експерименту

Перед проведенням дослідження рекомендується повторити учням, в чому полягає сутність механізму конвекції і розповісти про експеримент, замалювавши схему дослідження на дошці.

Зберіть установку як показано на рисунку 2.9. Робоче поле закріплюють на штативі вертикально так, щоб відстань між верхнім краєм калориметра і робочим полем була не менше 30-40 мм. Це необхідно для того, щоб поле не заважало витягувати теплоізоляційну перегородку із

склянки. Датчики температури закріплюються в затискачах і встановлюються на робочому полі вертикально.

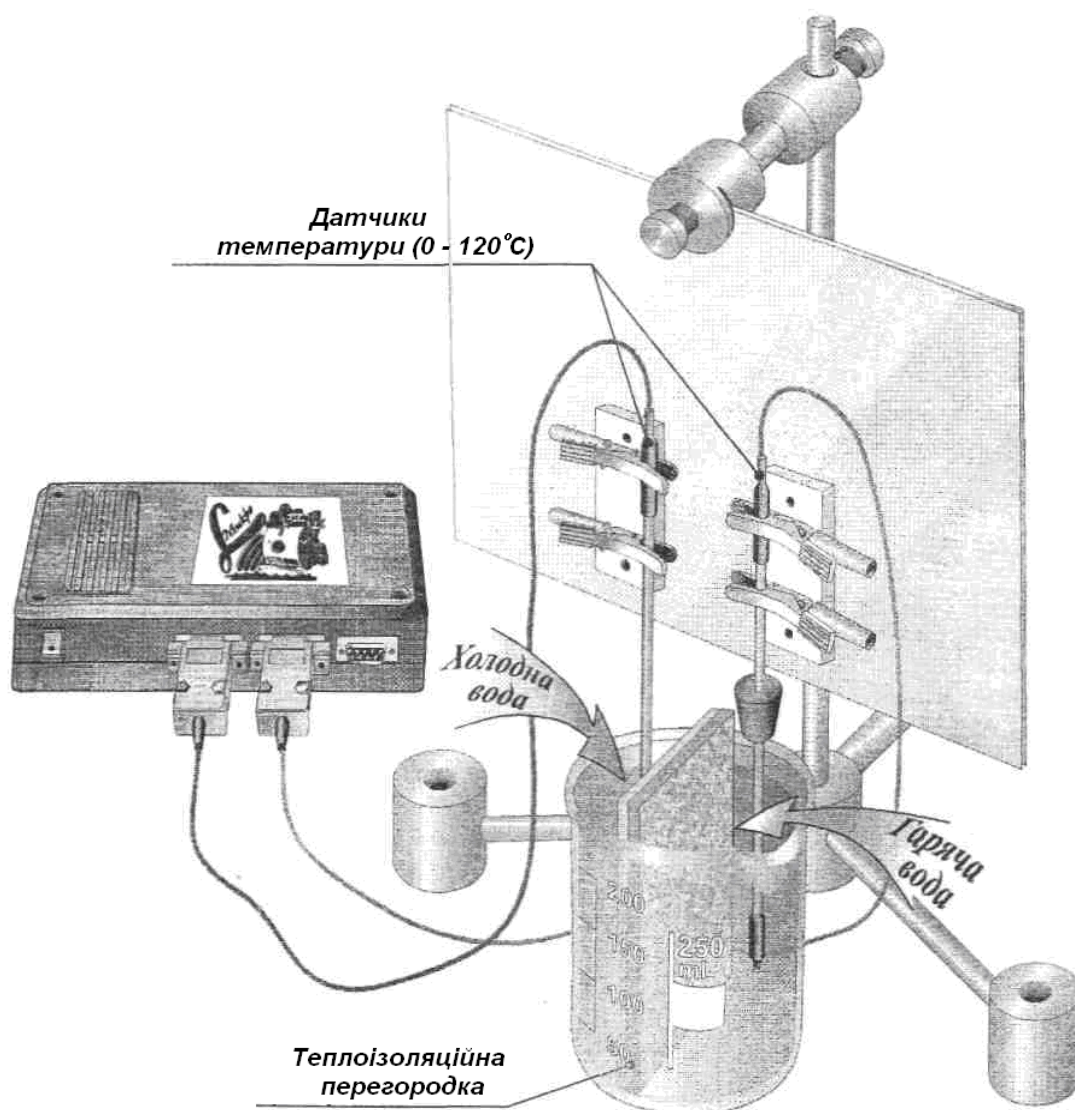


Рис. 2.9. Установка для демонстрації конвекції в рідині.

Для проведення досліду в склянку, розділену теплоізоляційною перегородкою на два рівні об'єми, наливають одночасно гарячу і холодну воду. Склянку розміщують під робочим полем і у воду опускають датчики температури. Чутливі елементи датчиків повинні розміщуватися орієнтовно в центрі кожного з об'ємів. На екрані монітора видно дві лінії, відповідні температурам холодної і гарячої води. Притримуючи склянку, швидко видаліть перегородку і спостерігайте процес перемішування рідини. На екрані з'являться затухаючі коливання температурних кривих, які через деякий час зіллються, що свідчитиме про настання стаціонарного теплового стану. Зупиніть процес запису.

Запропонуйте учням порівняти отриману температуру суміші з розрахунковою (середнє арифметичне між гарячою і холодною водою). Попросіть пояснити причини можливої розбіжності результатів.

Далі знову включіть запис і, по черзі піднімаючи і опускаючи датчики температури у склянці, виміряйте температуру води по глибині склянки.

На закінчення досліду перемішайте воду в склянці і виміряйте результуючу температуру.

Під час аналізу кривих слід повернутися за допомогою курсора в початок досліду і звернути увагу учнів на те, що процес перемішування супроводжується конвекцією, що і викликає пульсації температури. Процес характеризується амплітудою пульсацій і часом встановлення стаціонарного стану.

Попросіть учнів пояснити причину того, що температура води по глибині істотно різниться.

***Експериментальне завдання 1.** Провести описаний експеримент в алюмінієвому калориметрі і в склянці з термостійкого скла. Виміряти залежність температури води по глибині об'єму в стаціонарному стані і порівняти їх. Зробити висновок, чому різниця в температурах по глибині для алюмінієвого калориметра виявляється значно менше, ніж в склянці.*

***Експериментальне завдання 2.** Провести дослід по змішуванню рідини в склянці і виміряти залежність температури води по глибині, особливо звернувши увагу на зміну температури в приповерхневому шарі. Запропонуйте учням пояснити ефект зменшення температури в приповерхневому шарі і обговорити вплив такого розподілу температури на подальшу поведінку рідини, маючи на увазі вертикальну конвекцію.*

2.6. Перенесення енергії випромінюванням

Мета роботи: показати процес перенесення енергії випромінюванням і з'ясувати причини, що впливають на поглинання теплового випромінювання.

Обладнання: вимірювальна система, шматочки чорної і білої плівки (паперу), два датчики температури (0-120 °C), лабораторний штатив з утримувачем, робоче поле, електрична лампа (60-100 Вт), дві плати із затискачами.

У даному експерименті відпрацьовується елемент навчальної програми "**Передача енергії від нагрітого тіла випромінюванням**". Як приймачі випромінювання, в яких відбувається зміна внутрішньої енергії, використовуються тонкі шматочки паперу (пластика). Ця зміна енергії і відповідно температури реєструється чутливими датчиками температури, що безпосередньо торкаються цих шматочків.

Порядок проведення експерименту

Перед проведенням дослідів слід розповісти про особливості теплообміну випромінюванням, обумовленого процесами випускання, перенесення і поглинання енергії. Для наочності рекомендується намалювати

на дошці схему експерименту, вказавши на те, що датчик температури реєструє нагрівання тонкої смужки паперу, опромінювальною лампою розжарювання.

Експериментальна установка збирається як показано на рисунку 2.10. Робоче поле закріплюється вертикально так, щоб лампа розжарювання могла розташовуватися згори або збоку впритул до поля.

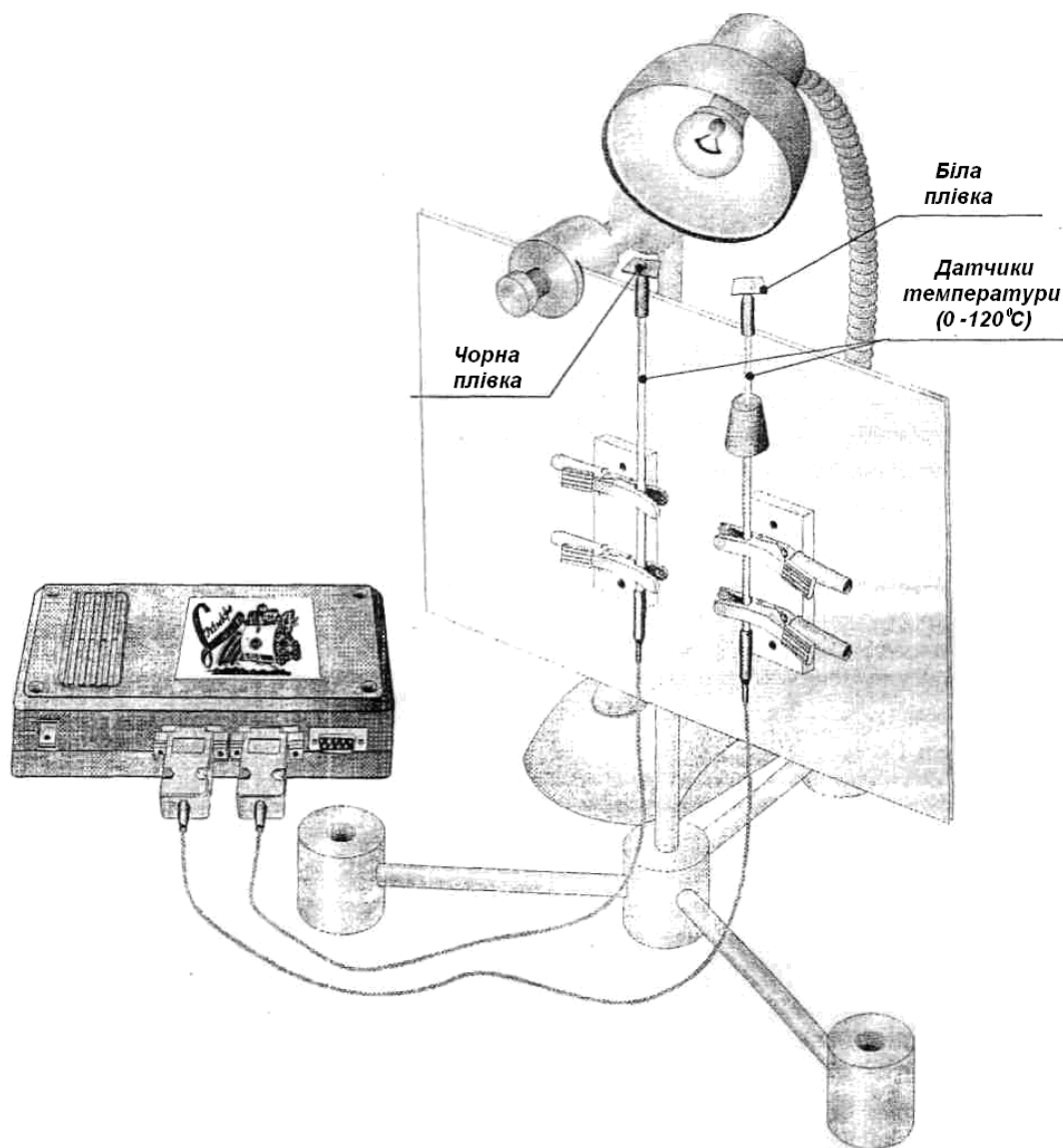


Рис. 2.10. Установка для демонстрації передачі тепла випромінюванням.

Заздалегідь рекомендується експериментально перевірити як спрямовані конвекційні потоки навколо лампи. Для цього необхідно потримати датчики під і над лампою розжарювання на однаковій відстані 10 – 15 см. При цьому спостерігатиметься різка відмінність в температурах, що підтверджує наявність інтенсивних конвекційних потоків гарячого повітря.

Для проведення наступного досліду датчики закріплюють в платах із затискачами і розміщують на робочому полі. На торцях датчиків, безпосередньо на чутливий елемент наклеюють смужку чорного і білого паперу відповідно. Зручно використовувати пластик з одним клейким боком

(надається в наборі), для чого необхідно вирізати квадратики 5х5 мм і відокремити їх від захисного покриття. Досить доторкнутися торцем датчика до клейкої поверхні, щоб закріпити пластиковий квадратик. Квадратики розташовуються на однаковій відстані від лампи (2-3 см).

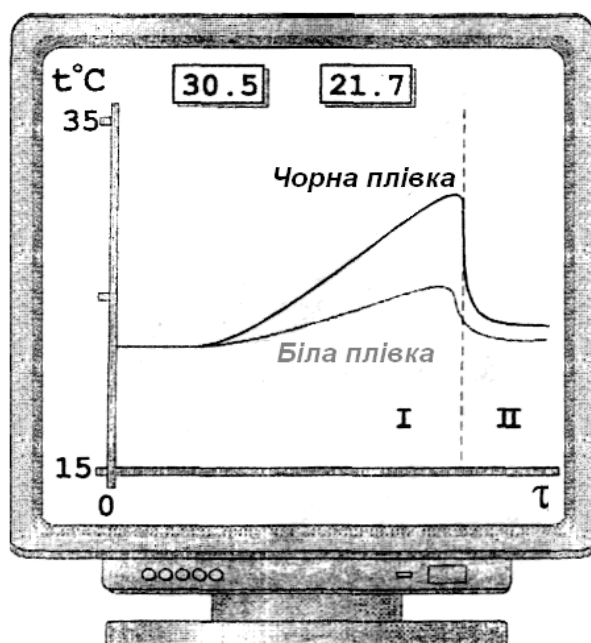


Рис. 2.11. Характеристика зміни температури для різних датчиків

Після запуску режиму вимірювання вмикають лампу і спостерігають на екрані монітора процес зміни температури. Після виходу на стаціонарний рівень температури найбільш нагрітого датчика припиняють режим вимірювання. Аналізуючи характер зміни температури для різних датчиків (рис. 2.11), учні повинні самостійно зробити висновок про характер передачі енергії і залежності цього явища поглинання від міри чорноти приймаючого майданчика. За наявності теплофільтра (від звичайного діaproектора) можна показати, що нагрів зразків різко зменшиться, якщо між лампою і зразками помістити теплофільтр. Враховуючи, що видиме світло проходить через нього практично не поглинаючись, учні самостійно роблять висновок про те, що основний вклад у випромінювання дає інфрачервона складова спектру.

Експериментальне завдання 1. Побудувати залежність стаціонарної температури чорного зразка від відстані до нитки розжарення лампи. Пояснити спостережувану залежність.

Експериментальне завдання 2. Знаючи теплоємність пластика, розміри зразка і швидкість нагрівання, оцінити щільність теплового потоку і загальну кількість випромінюваною лампою енергії.

Експериментальне завдання 3. Змінюючи за допомогою ЛАТРа яскравість свічення лампи і реєструючи одночасно температуру зразка, можна показати принцип дистанційного вимірювання температури віддалених об'єктів за випромінюванням (принцип роботи пірометрів).

Запропонувати учням придумати конструкцію приладу для дистанційного вимірювання температури гарячих об'єктів.

2.7. Кількість теплоти і питома теплоємність

Мета роботи: показати можливість і способи вимірювання кількості теплоти і питомої теплоємності речовини.

Обладнання: вимірювальна система, дві пробірки з утримувачами для датчиків, два датчики температури (0-120°C), два металеві зразки, штатив лабораторний з тримачем, хімічна склянка з гарячою водою, робоче поле, спирт, масло, дві плати із затискачами.

У даному експерименті відпрацьовується елемент навчальної програми: "**Одиниці кількості теплоти і поняття питомої теплоємності речовини**". Поняття кількості теплоти є ключовим в розділі "Теплові явища", тому необхідно в експерименті підкреслити різницю в поняттях температури і кількості теплоти. Згідно з методичними рекомендаціями в учнів необхідно сформувати уявлення про кількість теплоти як про фізичну величину, яку можна виміряти. Для цього передбачається провести ряд простих дослідів.

Порядок проведення експериментів

Установку збирають як показано на рисунку 2.12, при цьому зручно пробірки закріпити на датчиках температури за допомогою спеціальних пробок з пористого поліетилену.

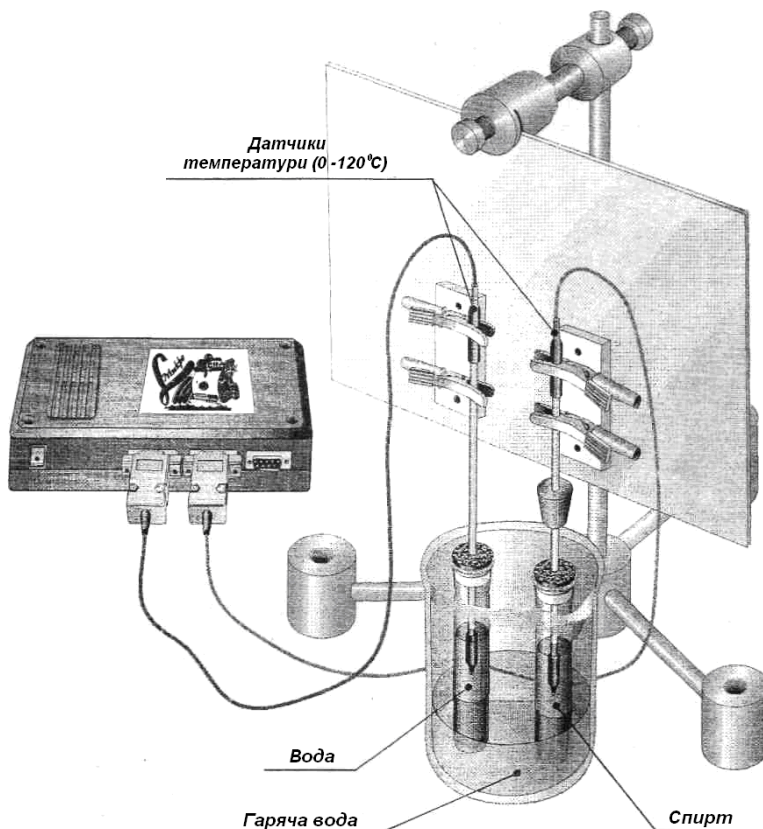


Рис. 2.12. Установка для демонстрації способів вимірювання кількості теплоти та теплоємності речовини.

Дослід 1 показує, що від різних джерел можна отримати різну кількість теплоти. Для цього в обидві пробірки наливають однакову кількість води і опускають туди датчики температури. Одну пробірку поміщають над полум'ям пальника (спиртівки, свічки), іншу – опускають в посудину з гарячою водою. На екрані монітора добре видно, що швидкість нагрівання води в пробірках істотно відрізняється, що говорить про різну кількість теплоти, отриману від різних джерел нагрівання.

Дослід 2 показує, що за однакових умов нагрівання різна кількість води нагрівається до різних температур. Для цього в пробірки наливають різні порції води, після чого їх занурюють у гарячу воду на однакову глибину (глибина занурення обох пробірок має бути однаковою і трохи меншою, ніж менший рівень води в одній із пробірок).

На екрані монітора видно, що температура швидше змінюється в початковий час в тій пробірці, де води менше. Через деякий час (15-30 с) пробірки виймають з води і злегка струшують, щоб перемішати воду.

Різниця в температурах доводить, що однакова кількість енергії отримана від гарячої води нагріває різні кількості води до різної температури.

Експериментальне завдання 1. Повторити дослід 2 з тією різницею, що не слід виймати пробірки з гарячої води. Попросіть учнів пояснити спостережувану поведінку температурних кривих. Зверніть увагу на умови досягнення термодинамічної рівноваги в системі. Обговоріть питання про умови, коли кількість енергії, що передається від гарячої води до холодної можна вважати однаковою.

Перед проведенням наступної серії дослідів, присвячених поняттю теплоємності учням рекомендується розповісти про теплоємність як про властивість речовини запасати в собі теплову енергію. Ця властивість проявляється, коли тілу передається енергія або коли тіло віддає енергію. Тому, щоб оцінити теплоємність деякої речовини в порівнянні з іншою (водою), одній і тій же масі речовини (вода і спирт) передають однакову кількість енергії і реєструють зміну температури, яку було викликано додаванням цієї енергії.

Дослід 3. У даному досліді до однакових мас спирту і води, що знаходяться при кімнатній температурі додають однаковий об'єм (масу) гарячої води. Реєструється початкова температура води і спирту, і температура після перемішування. За наявності різниці температури суміші робиться висновок про відмінність теплоємності початкових речовин.

Експериментальне завдання 2. Знаючи температуру води і спирту до і після змішування, а також відношення мас (об'ємів), розрахувати теплоємність спирту, вважаючи, що теплоємність води відома.

Слід обговорити можливі причини некоректностей у цьому експерименті, пов'язаних з тим, що змішування води і спирту в загальному вигляді є хімічною реакцією, в результаті якої можливо як виділення, так і

поглинання енергії. Крім того теплоємність розчину спирту у воді не обов'язково є адитивною функцією теплоємностей води і спирту, бо за цими властивостями розчин спирту інша (третя) речовина може мати й інші властивості.

Дослід 4. Для виключення можливих причин похибок в попередньому експерименті порцію енергії в досліджувану рідину можна внести за допомогою нагрітого металевого зразка. Для цієї мети в гарячій воді заздалегідь нагрівають два вантажі однакової форми і складу (відповідно однієї маси), які потім занурюють в пробірки із спиртом і водою. На екрані монітора через декілька хвилин реєструють результуючу температуру. У спирті вона виявляється дещо вищою, ніж у воді, що підтверджує висновок про те, що теплоємність води більша, ніж теплоємність спирту.

Експериментальне завдання 3. Знаючи температуру вантажів і їх маси, а також маси, і температури води і спирту, можна розрахувати теплоємність спирту.

Особливість даного завдання полягає в тому, що з теплового балансу з водою можна оцінити величину теплових втрат, які можна потім врахувати при складанні теплового балансу із спиртом.

Дослід 5. У цьому досліді енергія води і спирту надається одночасним нагріванням в однакових умовах. Для цього в пробірки наливають рівні маси води і спирту, поміщають датчики температури і далі їх закріплюють на металевому листі, як показано на рисунку 2.12.

Пробірки опускають в гарячу воду на однакову глибину. На екрані монітора видні дві криві зростання температури. Спочатку спирт нагрівається помітно швидше за воду, потім швидкість нагрівання спирту сповільнюється і зупиняється, що свідчить про початок кипіння.

Якщо пробірки вийняти з води, то можна записати поведінку температури при охолодженні. Виявляється, що спирт холоне швидше, ніж вода. Таким чином даний експеримент дозволяє наочно показати, що швидкість нагрівання і охолодження за однакових зовнішніх умов в основному залежить від теплоємності. Дуже корисним буде обговорити з учнями причини можливих похибок при проведенні експериментів.

Експериментальне завдання 4 Порівнюючи дві криві нагрівання спирту і води, оцінити величину теплоємності спирту, вважаючи теплоємність води відомою.

Важливо звернути увагу учнів на те, що саме нахил кривої (за інших рівних умов) визначає величину теплоємності речовини.

Експериментальне завдання 5 Дуже ефектно виглядає дослід з одночасним нагріванням масла і води. В цьому випадку рекомендується заздалегідь попросити учнів зробити прогноз: в якій пробірці температура ростиме швидше і чому. Значна більшість учнів за аналогією з попереднім експериментом вважає, що швидше зростання спостерігатиметься в маслі із-за меншої теплоємності. Проте реально процес відбувається навпаки, оскільки в цьому випадку стають істотними механізми теплопередачі. Досить корисною є можливість повторити вже пройдений матеріал і

нагадати, що теплоперенесення конвекцією у воді є ефективнішим, ніж теплопровідність в маслі із-за набагато більшої в'язкості.

2.8. Питома теплота згорання палива

Мета роботи: показати залежність кількості теплоти, що виділяється при згоранні, від виду палива.

Обладнання: вимірювальна система, утримувач трубки, датчик температури (0-120°C), склянка з термостійкого скла, штатив лабораторний з тримачами, спирт, тонкостінна скляна трубка, гас (бензин), пробірка з відведенням.

У даному експерименті відпрацьовується елемент навчальної програми "Енергія палива і питома теплота згорання палива". Перед проведенням дослідів учням слід розповісти про процеси, що відбуваються при горінні різних видів палива. Рекомендується обговорити можливі способи вимірювання калорійності палива, залучаючи вже вивчені поняття теплопровідності, теплоємності та ін. Це дозволить оперативно повторити вже пройдений матеріал і застосувати його на практиці.

Порядок проведення експерименту

Дослід 1. У цьому досліді слід проаналізувати поняття коефіцієнта корисної дії нагрівача і залежність його від різних чинників. Для цього в пробірку наливають воду і закріплюють на фіксованій висоті. Як пальник використовується скляна трубка з гнотом. Кількість палива, що використовується під час досліду, контролюється міткою, нанесеною на зворотному боці трубки, як показано на рисунку 2.13.

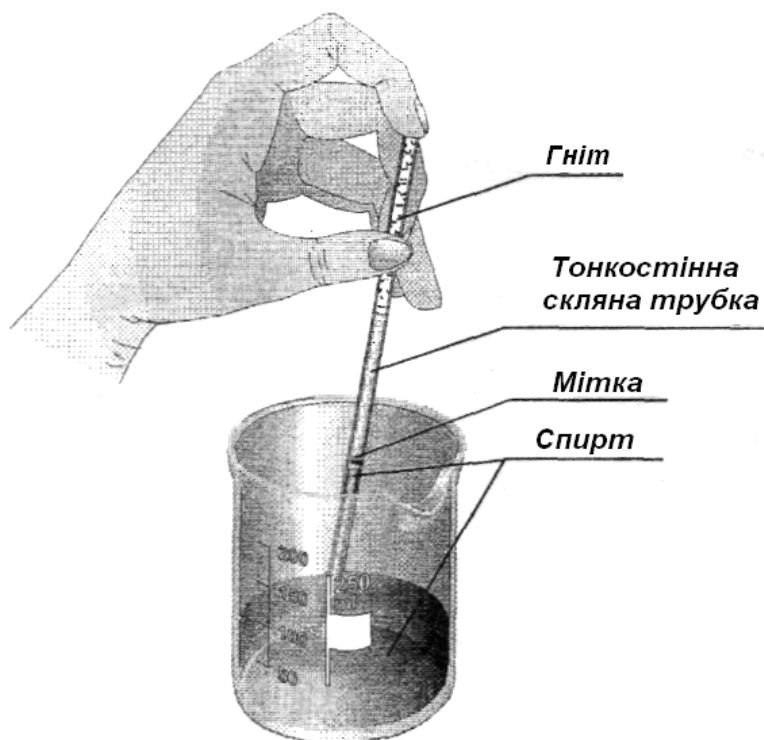


Рис. 2.13.

Установку збирають за рис. 2.14. Після набору порції палива, трубку з паливом перевертають, встановлюють на теплоізоляційній прокладці і запалюють.

У досліді реєструється температура води після повного згорання порції палива. Виконавши досліди з розташуванням пробірки з водою на різній висоті над полум'ям пальника, учні роблять висновок про те, що к.к.д. процесу істотно залежить від умов проведення досліду.

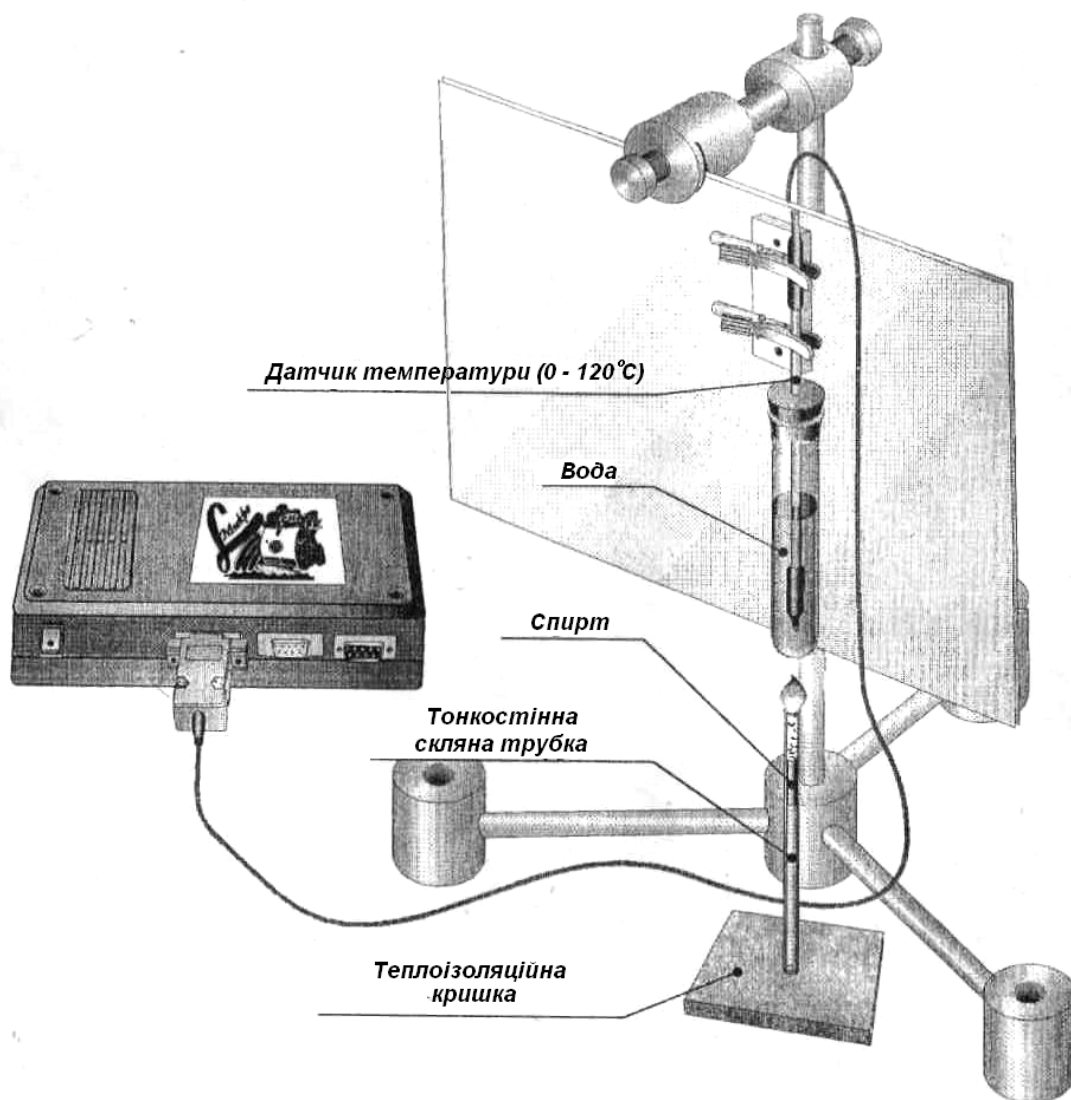


Рис. 2.14. Загальний вигляд установки для виконання дослідів з визначення К.К.Д. пальника.

Дослід 2. У даному досліді порівнюється калорійність двох видів палива: спирту і гасу (бензину). Для цього нагрівають фіксовану масу води спочатку на спирті, а потім на гасі, дотримуючи однакових умов нагрівання (к.к.д. нагрівача). Після повного згорання палива рекомендується злегка перемішати нагріту воду і провести вимірювання температури. Відношення різниць температур, отриманих в досліді, є відношення питомої теплоти згорання спирту до теплоти згорання гасу (рис. 2.15).

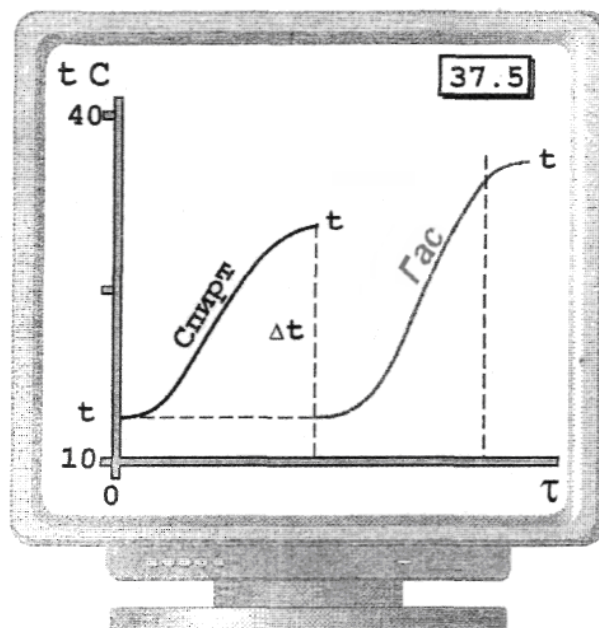


Рис. 2.15. Графіки зміни температури однакової кількості води при спалюванні однакової кількості різного пального.

На завершення роботи корисно обговорити причини можливих похибок експерименту, розглянувши можливість неповного згорання палива, недостатню віддачу тепла гарячими продуктами згорання пробірці з водою, теплообмін нагрітої води з навколишньою атмосферою і тому подібне.

2.9. Плавлення і твердіння кристалічних тіл

Мета роботи: показати явища, що супроводжують процес плавлення і тверднення кристалічних тіл.

Обладнання: датчик температури (до 1000 °C), лабораторний штатив з тримачем, вимірювальна система, ложка для плавлення, робоче поле, зразок із сплаву олова і свинцю, дві плати із затискачами, спиртівка.

У даному експерименті відпрацьовується елемент навчальної програми "Плавлення і тверднення кристалічних тіл".

Дослід 1. Зберіть установку як показано на рисунку 2.16, помістіть в тигель шматочки припою (сплав олова і свинцю) і запаліть спиртівку. Розплавте припій і помістіть кінчик термопари в розплав, після чого охолодіть зразок. Тепер до експерименту усе готове. Включіть запис даних і починайте нагрівати зразок. Після досягнення повного розплавлення, про що свідчить підвищення температури після деякої стаціонарної ділянки, приберіть свічку і спостерігайте процес охолодження. При достатньому охолодженні зупиніть розгортку запису даних.

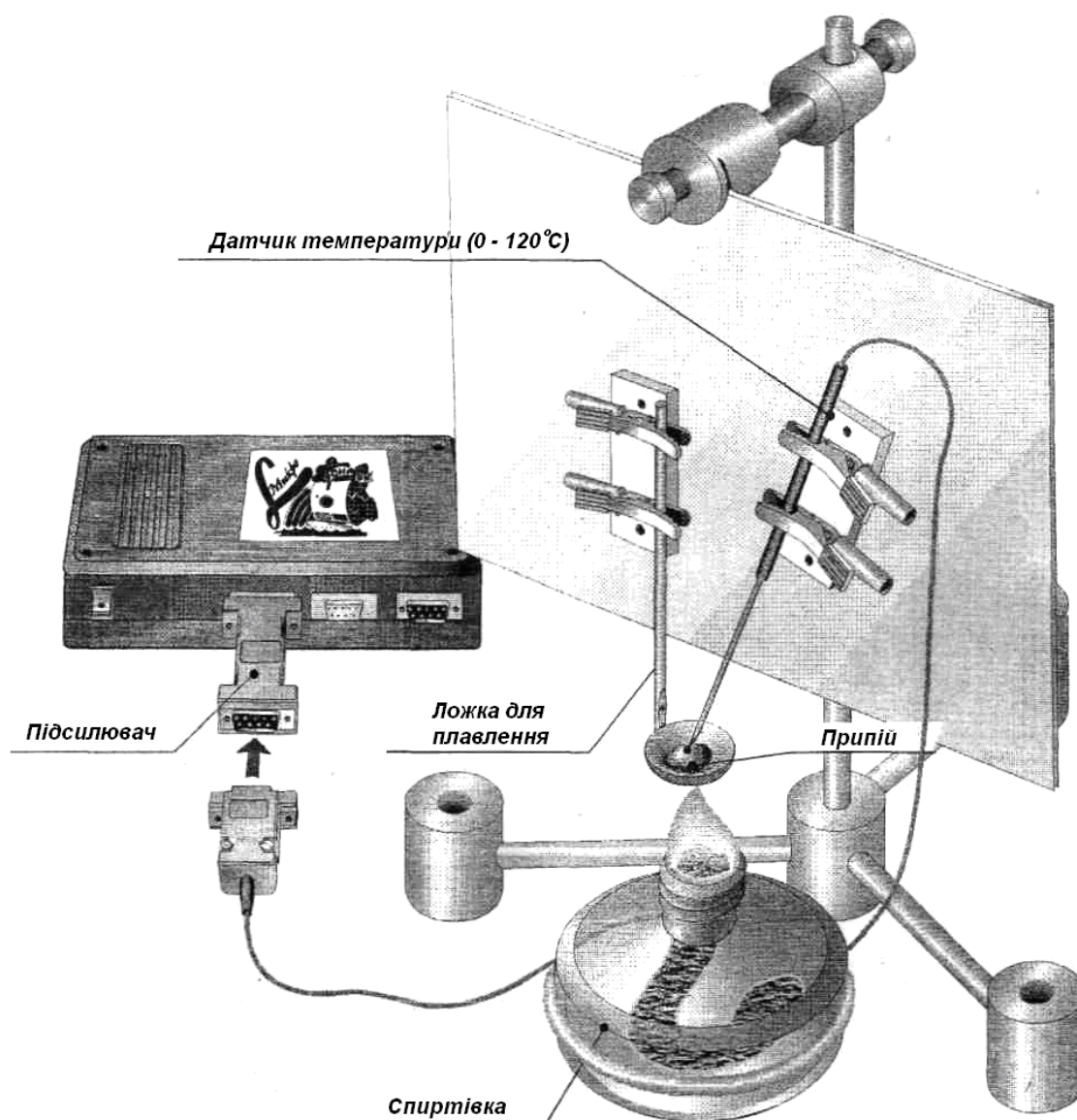


Рис. 2.16. Загальний вигляд установки для демонстрації плавлення і тверднення кристалічних тіл.

Зверніть увагу учнів на дві характерні ділянки, в яких температура практично не змінюється, що пов'язано з процесом плавлення і кристалізації (рис. 2.17). Якщо ділянки стабільності температури сильно спотворені (видно сильне перегрівання і переохолодження), рекомендується зменшити швидкість нагрівання зразка або збільшити його масу.

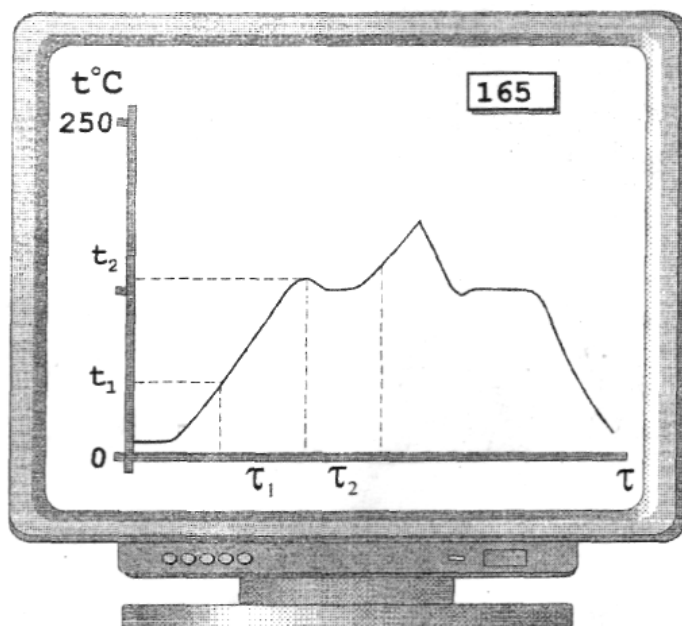


Рис. 2.17. Зміна температури кристалічного зразка при його нагріванні та охолодженні.

Дослід 2. Для порівняння рекомендується виконати аналогічний експеримент з аморфним зразком, наприклад, з каніфолі. Після проведення досліду учні повинні переконатися, що в цьому випадку характерні зони постійності температури відсутні, що говорить про відсутність процесу кристалізації в аморфних речовинах.

Експериментальне завдання 1. Зверніть увагу учнів на істотні відмінності реального графіку від ідеального, зображеного в підручнику. Постарайтеся сформулювати ознаки цих відмінностей.

Поясніть причини явища перегрівання кристала і переохолодження розплаву. Можна розповісти учням про залежність температури плавлення від властивостей кристалічної решітки, показуючи на прикладі припою, що порушення порядку в кристалі сплаву свинцю і олова знижують температуру плавлення в порівнянні з чистими металами. За наявності зразків зі свинцю і олова доцільно провести порівняльний експеримент з демонстрації температури плавлення матеріалів.

Експериментальне завдання 2. Визначити за результатами експерименту питому теплоту плавлення, вважаючи, що теплоємність матеріалу зразка відома (середня між теплоємністю олова і свинцю).

Для цього необхідно скласти рівняння теплового балансу для області нагрівання (I) і області плавлення:(II).

$$Q_1 = (q_c - q_n) \cdot \tau_1 = C \cdot m(t_2 - t_1) \quad (1)$$

$$Q_2 = (q_c - q_n) \cdot \tau_2 = L \cdot m \quad (2)$$

де Q_1 - кількість теплоти, що йде на нагрівання зразка;

Q_2 - кількість теплоти, що йде на плавлення зразка;

q_c - кількість теплоти, що виділяється нагрівачем в одиницю часу;

q_n - кількість теплоти, що втрачається в довкілля;

τ_1 - час, необхідний для нагріву зразка від t_1 до t_2 ;

τ_2 - час, необхідний для плавлення всього зразка;

C - питома теплоємність зразка;

L - питома теплота плавлення;

m - маса зразка.

Враховуючи, що величина втрат залежить в основному від температури зразка, можна вважати, що в інтервалі який близький до області плавлення, втрати і відповідно кількість теплоти, що йдуть на нагрівання і плавлення, рівні. Отже:

$$C \cdot m \cdot (t_1 - t_2) / \tau_1 = L \cdot m / \tau_2, \text{ звідки } L = C \cdot (t_1 - t_2) \cdot \tau_2 / \tau_1 \quad (3)$$

Використовуючи дані з графіку плавлення, учні самостійно розраховують величину питомої теплоти плавлення припою і порівнюють з даними з довідника для олова і свинцю. На закінчення рекомендується зробити висновок і вказати можливі причини похибок в оцінці питомої теплоти плавлення речовини.

Експериментальне завдання 3. За графіком плавлення можна оцінити величину питомої теплоємності рідкого металу.

Для цього необхідно скористатися міркуваннями, викладеними в попередньому завданні, і порівняти криві нагрівання зразка в твердому стані, і в рідкому в області фазового переходу, де температура змінилася ненабагато.

Експериментальне завдання 4. Для глибшого вивчення процесу переохолодження рідини рекомендується як досліджувану речовину узяти гіпосульфит і відповідно датчик температури до 120 °С. Пробірка з очищеним гіпосульфитом поміщається в склянку з гарячою водою і в отриманий розплав опускається датчик температури. Пробірка виймається із склянки з гарячою водою і поміщається в холодну воду. На екрані монітора спостерігається різке зменшення температури аж до кімнатної. Якщо в пробірку кинути шматочок гіпосульфиту почнеться швидкий осад кристалів і температура зразка значно зросте (10-20 °С). Учням пропонується самостійно пояснити спостережуване явище і спробувати сформулювати умови, коли можна отримати переохолоджену рідину

2.10. Випаровування рідини

Мета роботи: показати основні закономірності процесу випаровування

Обладнання: два датчики температури (до 120 °С), пробірка, вимірювальна система, фільтрувальний папір, вата, тонкий дріт, робоче поле, дві плати із затискачами, спирт, гас, вода, лабораторний штатив з тримачем.

У даному експерименті відпрацьовується елемент навчальної програми "**Випаровування**" на прикладі декількох рідин з використанням двох температурних датчиків для порівняння.

Учні з повсякденного життя знають, що процес випаровування супроводжується відчуттям холоду на поверхні шкіри. У справжньому досліді у них з'являється реальна можливість за допомогою датчика зареєструвати зміну температури залежно від умов випаровування і властивостей рідини.

Порядок виконання експерименту

Дослід 1. Збирають установку як показано на рисунку 2.18, при цьому один датчик вимірює температуру навколишнього повітря, а інший – температуру змоченого в рідині шматочка вати. Для проведення першого досліді вату змочують декількома краплями спирту і спостерігають зменшення температури. Після досягнення стаціонарного стану температури помічають рівень температури. При інтенсивному обдуванні за допомогою фену (без підігрівання) можна домогтися подальшого зменшення температури. Запропонуйте учням самостійно пояснити спостережуване явище, звернувши увагу на те, що зменшення температури пов'язане з втратою найбільш швидких молекул рідини.

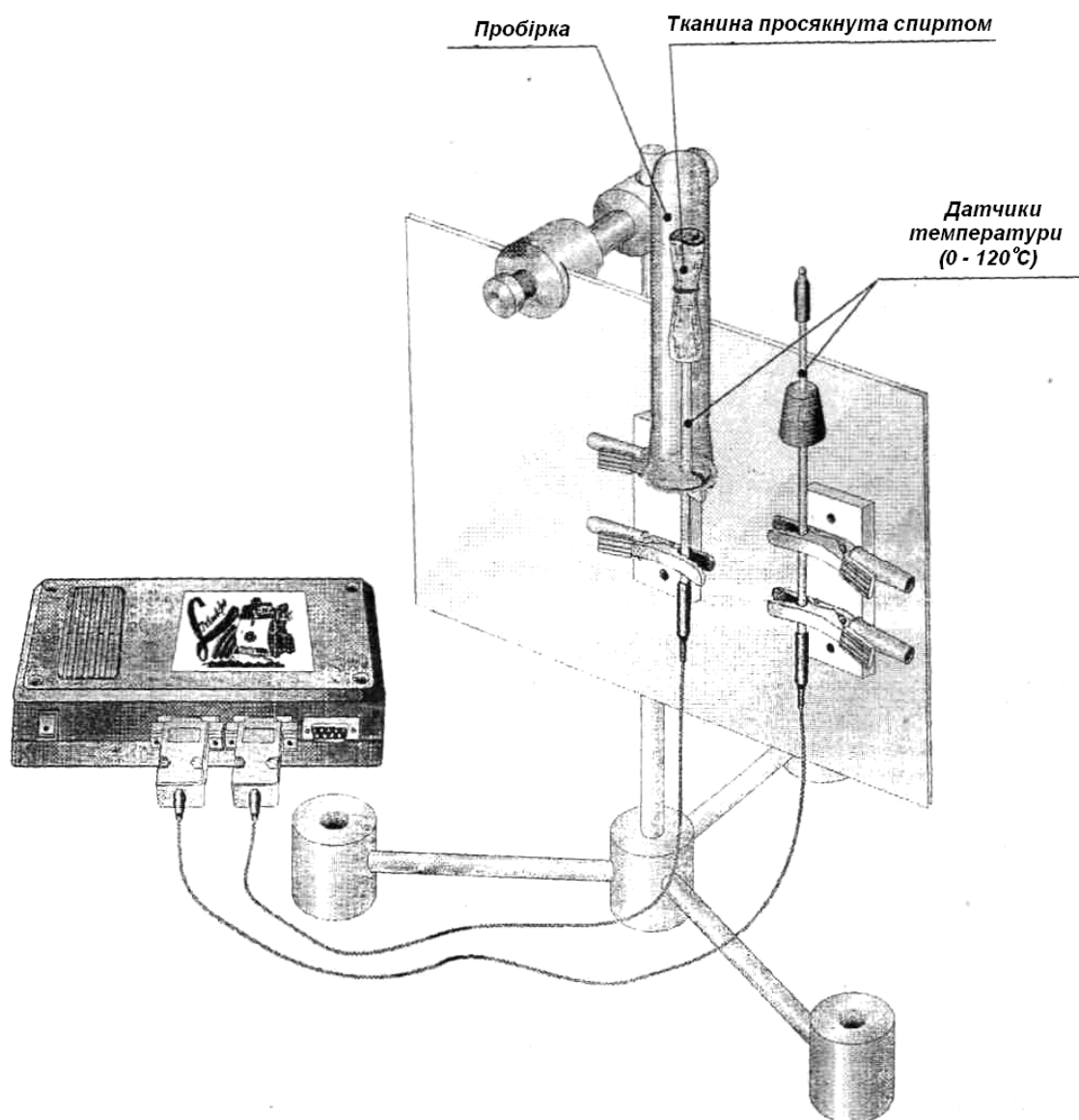


Рис. 2.18. Установка для демонстрації випаровування рідини.

Дослід 2 дозволяє показати учням, що в обмеженому об'ємі процес випаровування помітно зменшується, що позначається на температурі. Для демонстрації цього ефекту необхідно змочити вату на одному з датчиків спиртом, як і в першому досліді. На екрані монітора спостерігають зменшення температури. Після досягнення мінімального рівня температури на датчик з ватою надівається порожня пробірка. На екрані виразно видно, як температура починає зростати, проте вона не досягає первинного рівня (рис. 2.19).

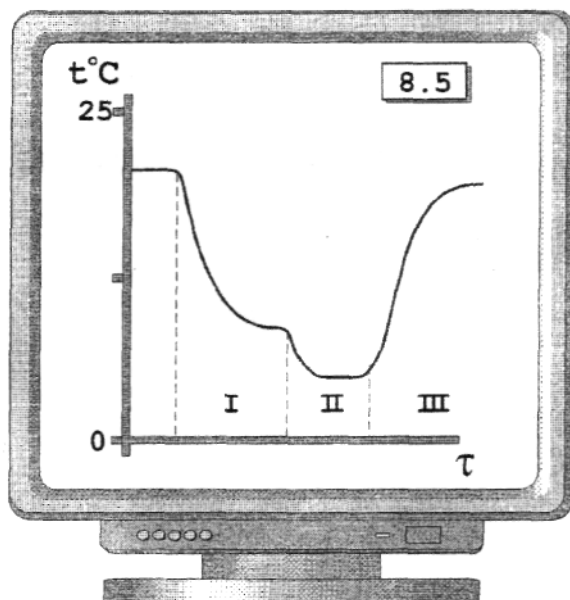


Рис. 2.19. Зміна температури випаровування при різних умовах.

Запропонуйте учням пояснити спостережувані явища. Дослід рекомендується повторити з водою і на якісному рівні пояснити учням, що порівнюючи температуру вологого і сухого термометра, можна виміряти вологість повітря в кімнаті. Коли на датчик надівається пробірка вологість в об'ємі зростає, що призводить до збільшення температури в порівнянні з відкритим датчиком.

Дослід 3. Для закріплення поняття питомої теплоти випаровування рекомендується виконати експеримент з випаровуванням різних рідин. Для посилення зорового ефекту дві ватки на датчиках змочуються різними рідинами наприклад спиртом і водою. На екрані виразно видно, що охолодження відбувається набагато інтенсивніше із спиртом ніж з водою. Бажано досягти того, щоб учні самостійно дійшли висновку про те, що відмінність в температурах пов'язана з силами міжмолекулярного зчеплення в різних рідинах і, відповідно, різною питомою теплотою випаровування.

2.11. Кипіння рідини

Мета роботи: показати, як змінюється температура кипіння рідини від зовнішніх умов і роду рідини.

Обладнання: два датчики температури (до 120 °С), скляна посудина з пробкою для закріплення датчика температури і трубки з краном, вимірювальна система, мікронасос з регулятором, лабораторний штатив з тримачем, вода, спирт, гас, бензин, масло, склянка з термостійкого скла.

У даному експерименті відпрацьовується елемент навчальної програми "**Кипіння рідини**". Для кращої наочності досліди з кипінням бажано проводити з декількома рідинами, що дає можливість переконливіше показати загальні закономірності процесів, що вивчаються.

Порядок виконання експерименту

Дослід 1. Для проведення дослідів збирають установку: у скляну посудину наливають спирт, опускають датчик температури, закріплений в пробці, і затискають в тримачі.

Потім посудину із спиртом поміщують в гарячу воду і спостерігають за зміною температури в посудині. Температура плавно росте до деякого рівня, після чого її зростання припиняється і починається інтенсивне кипіння спирту. Аналогічний дослід можна виконати з бензином і гасом. При цьому учні повинні самостійно зробити висновок про те, що температура кипіння для різних рідин є різною, але при цьому залишається завжди постійною під час кипіння.

Експериментальне завдання 1. *Порівняйте температури кипіння різних рідин з температурою, до якої відбувалося охолодження датчика при випаровуванні цієї ж рідини. Як це можна було б пояснити з точки зору дії сил міжмолекулярного зчеплення.*

Дослід 2. У даному досліді демонструється якісна залежність температури кипіння від зовнішнього тиску. Дослід найзручніше проводити на прикладі легко киплячої рідини, наприклад, спирту. Спирт наливають у пробірку з відводом, до якого приєднаний мікронасос з регулятором, і закривають пробкою, в якій закріплений датчик температури. Нагрівання здійснюють, помістивши пробірку в гарячу воду при відкритому крані регулятора.

Запишіть температуру початку кипіння і закрийте регулятор. При цьому на екрані монітора виразно видно, що температура в посудині підвищується. Якщо кран відкрити, спирт в посудині закипає, а температура швидко спадає до попереднього значення. Цей простий дослід ілюструє залежність температури кипіння від зовнішнього тиску.

Експериментальне завдання 2. *Значно розширити можливості експерименту може використання датчика тиску і мікронасоса. В цьому випадку можна одночасно реєструвати залежність температури кипіння*

від величини зовнішнього тиску. При цьому тиск може бути як більшим, так і меншим за атмосферний. Проте питання про залежність тиску насиченої пари від температури виходить за рамки програми 8 класу. Тому в даному експерименті можна обмежитися тільки якісними міркуваннями.

Експериментальне завдання 3. У цьому завданні пропонується учням самотійно розглянути залежність температури кипіння рідини від наявності розчинених в ній солей. Найпростіше це можна зробити на прикладі водного розчину кухонної солі.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3
ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ.
КОМПЛЕКТ «L-МІКРО ВИЩА ШКОЛА» (1 частина)

Мета роботи: Ознайомитися з комплектом «L-мікро Вища школа». Виконати комп'ютерний фізичний практикум з кінематики і динаміки, оцінивши його дидактичні можливості.

Обладнання: Персональний комп'ютер зі встановленим програмним забезпеченням «L-мікро» «Вища школа»; Набір для фізичного практикуму з фізики «Вища школа».

Завдання:

I. Ознайомитись з набором для комп'ютерного варіанту виконання фізичного практикуму «Вища школа», та методичними рекомендаціями.

II. Підготуватись до виконання лабораторної роботи: в зошиті заздалегідь виконати необхідні рисунки, записати перелік обладнання і основні вказівки до виконання кожного завдання.

III. Виконати всі зазначені лабораторні роботи та демонстраційні експерименти.

IV. За результатами роботи записати кількісні значення, висновки та специфічні особливості виконання лабораторних робіт.

VI. Зробити загальний висновок та дидактичну оцінку комплекту «L-мікро Вища школа». Оцінити його позитивні та негативні прояви у навчально-виховному процесі з фізики.

Перелік лабораторних робіт з комплектом фізичного практикуму

3.1. Вимірювання швидкості тіла методом балістичного маятника

Мета роботи: вимірювання швидкості кульки за допомогою балістичного маятника.

Обладнання: балістичний маятник, датчик кута повороту, металевий пристрій, вимірювальний блок L-мікро, металева кулька, лінійка, штатив універсальний.

Балістичний маятник є масивним тілом, закріпленим таким чином, що воно може здійснювати коливання. Тіло, швидкість якого хочуть виміряти, непружно стикається з маятником, що знаходиться в стані спокою (застряє в ньому). Після цього маятник відхиляється від положення рівноваги і починає здійснювати коливання. Нижче показано, що вимірявши кут максимального відхилення балістичного маятника, можна визначити швидкість, з якою рухалося тіло до зіткнення з маятником.

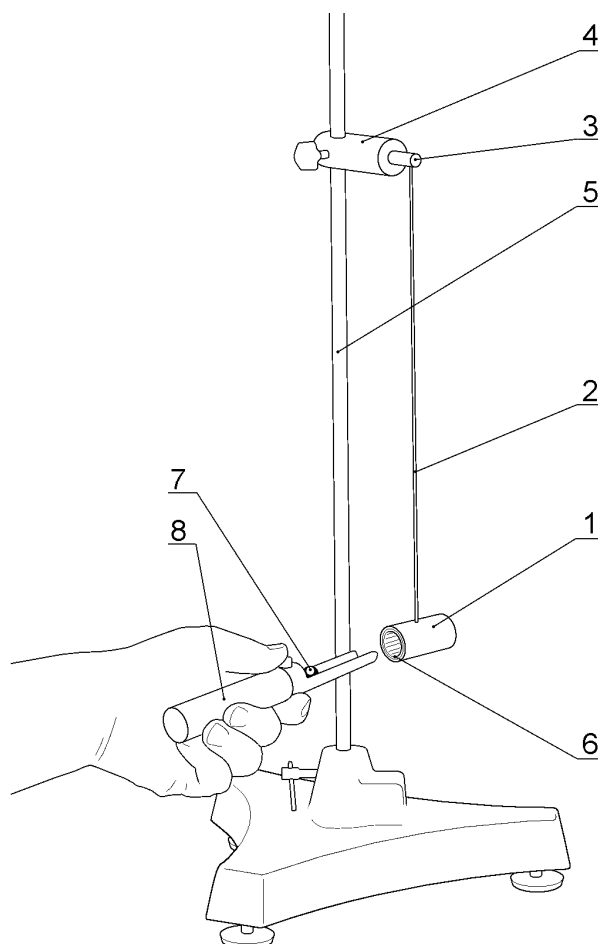


Рис. 3.1. Загальний вигляд балістичного маятника.

Балістичний маятник, що використовується в цій роботі, сконструйований таким чином, як це показано на рис. 3.1. У бічну поверхню циліндра (1) масою M вмонтовано тонку спицю (2), масою якої можна нехтувати в порівнянні з масою циліндра. Інший кінець спиці закріплений в муфті (3) датчика кута повороту (4). Датчик кута повороту закріплений на вертикальній стійці штатива (5). Циліндр (1) забезпечений пластмасовою вставкою (6) для затримування кульки, що литить уздовж осі циліндра. Вставка (6) виконана у вигляді конуса з малим кутом так, щоб кулька (7) застрягала в циліндрі приблизно в його центрі мас. Кулька вистрілюється пружинним металевим пристроєм (8).

Розглянемо взаємодію кульки з маятником. У момент часу t_1 (рис. 3.2 а) кулька підлітає до циліндра (1) із швидкістю v , маятник при цьому нерухомий. У момент часу t_2 (рис. 3.2 б) кулька вже застрягла усередині балістичного маятника, частина кінетичної енергії кульки витратилася на подолання сил тертя, частина передана балістичному маятнику, внаслідок чого він набуває швидкість u . У момент часу t_3 (рис. 3.2 в) маятник відхилився на кут α , центр тяжіння його піднявся на висоту h , а кінетична енергія, отримана в результаті удару, перейшла в потенційну.

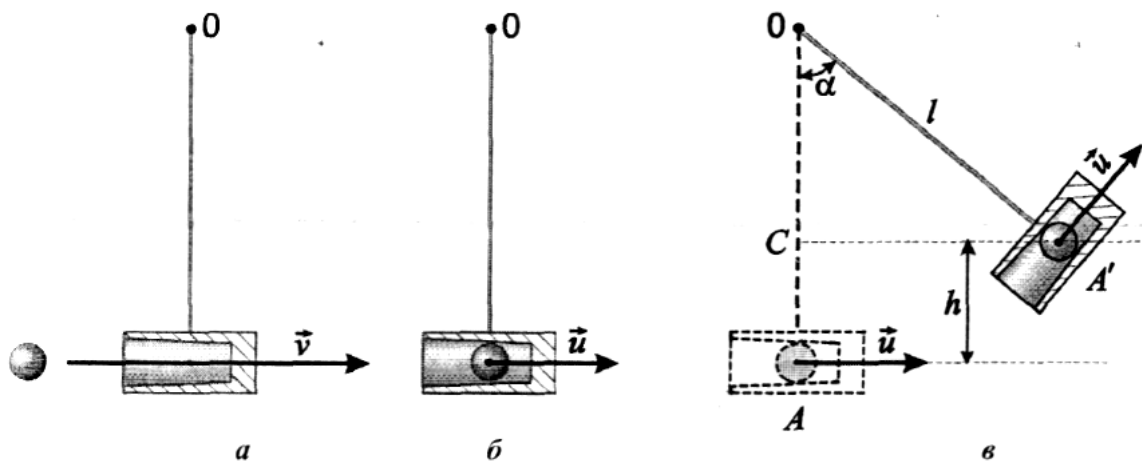


Рис. 3.2. Аналіз передачі енергії в системі «кулька – балістичний маятник»

Зіткнення кульки з маятником відбувається не миттєво, а протягом інтервалу часу $\Delta t_1 = t_2 - t_1$. Під час зіткнення Δt_1 система не є консервативною, оскільки здійснюється робота проти сили тертя, але вона є замкнутою, точніше, по осі удару діють тільки внутрішні сили і, отже, виконується закон збереження імпульсу на напрям руху кульки. Цим законом можна скористатися і записати

$$mv = (M + m) \cdot u \quad (1)$$

Тут mv - імпульс кульки до удару, $(M+m)u$ - імпульс маятника із застряглою в циліндрі кулькою після удару (m - маса кульки, M - маса балістичного маятника). Маса спиці мала в порівнянні з масою циліндра, нею можна знехтувати.

З рівності (1) визначимо швидкість маятника у момент часу після завершення процесу зіткнення:

$$u = \frac{m}{M + m} v \quad (2)$$

Інтервал часу зіткнення Δt_1 у багато разів менший часу $\Delta t_2 = t_3 - t_2$ коливання маятника ($\Delta t_1 \ll \Delta t_2$), тому за час зіткнення кулька вже зупиниться відносно циліндра, надавши останньому початкову швидкість u , а циліндр ще не встигне зупинитися. Таким чином, дві частини процесу перетворення енергії відбуваються послідовно одна за одною, і розглядати їх можна окремо.

Якщо в першій частині процесу система замкнута, але не консервативна, то в другій частині, під час коливання, система незамкнута, але консервативна: на балістичний маятник із застряглою в ньому кулькою діють сила тяжіння $(M+m)g$ і сила пружності спиці. Це зовнішні сили по відношенню до системи «кулька-маятник». Отже, система незамкнута, і закон збереження імпульсу не можна застосувати. Але сила тяжіння консервативна, сила пружної реакції спиці теж консервативна, це означає, що система «кулька-циліндр» є консервативною.

Відмітимо, що є ще сила третя - сила тертя в датчику кута повороту, але ця сила мала і нею можна знехтувати в порівнянні з консервативними силами.

У консервативній системі виконується закон збереження енергії. Це означає, що кінетична енергія, яку набуває маятник у момент часу t_2 , перейде в потенційну енергію піднятої на висоту h маси $(M+m)$ циліндра з кулькою у середині. Кінетична енергія T на початку руху записується так:

$$T = \frac{(M + m)u^2}{2} \quad (3)$$

Підставивши (2) в (3) і провівши деякі перетворення, отримаємо:

$$T = \frac{(M + m) \left(\frac{m}{M + m} \right) v^2}{2} = \frac{m^2 v^2}{2(M + m)} \quad (4)$$

Потенційна енергія U піднятого на висоту h до маятника рівна:

$$U = (M + m)gh \quad (5)$$

На основі закону збереження енергії можна записати:

$$\frac{m^2 v^2}{2(M + m)} = (M + m)gh \quad (6)$$

Розв'язуючи рівняння (6) відносно v , отримуємо:

$$v = \frac{M + m}{m} \cdot \sqrt{2gh} \quad (7)$$

Висота підняття центру мас маятника при відомій відстані l від точки підвісу до центру мас маятника визначається по куту відхилення α маятника, який вимірюється датчиком кута повороту.

На рис. 3.2.в схематично показано підняття центру мас маятника на висоту h в результаті його відхилення на кут α . З прямокутного трикутника $OA'C$ виходить, що $OC = l \cdot \cos \alpha$. $h = AO - OC = l - l \cdot \cos \alpha$ або:

$$h = l(1 - \cos \alpha) \quad (8)$$

Підставляючи (8) в (7), отримаємо формулу для визначення швидкості кульки:

$$v = \frac{M + m}{m} \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} \quad (9)$$

Хід роботи

1. Зберіть установку як показано на рис. 3.1. Штатив збирається з довгою вертикальною стійкою (5), у верхній частині якої закріплюється датчик кута повороту (4) з муфтою (3). Вісь обертання датчика має бути горизонтальною. У муфту вгвинтіть до упору довгу спицю (2), на кінці якої закріпіть циліндр балістичного маятника (1). Вісь циліндра повинна розташовуватися в площині коливань маятника. Цей напрям фіксується за допомогою контргайки (9).

Виміряйте відстань від осі циліндра балістичного маятника до осі обертання датчика. Отриману величину запишіть в таблицю 2.

2. Підєднайте вимірювальний блок L-мікро до роз'ємну послідовного порту комп'ютера. Після цього від'єднаєте його до мережі (220 В, 50 Гц) і увімкніть. Роз'єм датчика кута повороту приєднайте до першого каналу вимірювального блоку.

3. Запустіть програму L-phys.exe, виберіть пункт меню **"Список робіт"** і в списку, що з'явився на екрані, виберіть лабораторну роботу **"Вимірювання швидкості тіла методом балістичного маятника"**.

4. Датчик кута повороту реєструє кути в інтервалі 10 обертів навколо своєї осі, проте найбільша точність вимірювання досягається в діапазоні 0-360°. Для того, щоб кут відхилення маятника при вимірах не виходив за рамки вказаного інтервалу, його положення рівноваги має бути в діапазоні кутів 90-270°. Виберіть пункт меню **"Налаштування"**. Цифра на екрані відповідатиме поточному значенню кута, що реєструється датчиком. Встановіть необхідне значення кута положення рівноваги, акуратно обертаючи маятник навколо осі датчика і при необхідності, знявши датчик з штатива і повернувши його корпус на 180°.

5. Зарядіть металевий пристрій. Втопіть шток, що штовхає кульку, всередину циліндричної частини корпусу. При цьому Ви стискуватимете пружину, яка знаходиться усередині корпусу. Після цього вкладіть кульку в жолоб так, щоб він торкався кінця штока.

Виберіть в меню на екрані комп'ютера пункт **"Запуск"**. Заряджений металевий пристрій розташуйте впритул до циліндра балістичного маятника. Зверніть увагу на те, що вісь симетрії металевих пристрою, що визначає напрям швидкості руху кульки, по-перше, має бути горизонтальною і, по-друге, знаходитися в площині коливань балістичного маятника. Тільки при дотриманні зазначених умов удар буде прямим і центральним, тобто будуть справедливі співвідношення, використані вище при виведенні розрахункової формули.

Зробіть постріл (натисніть кнопку на корпусі металевих пристрою) і приберіть металевий пристрій, щоб маятник міг безперешкодно рухатися після повернення в положення рівноваги.

6. Після припинення запису даних на екрані комп'ютера будується графік залежності кута відхилення від часу. Вам необхідно визначити кут максимального відхилення. Для цього слід підвести курсор (вертикальну риску на екрані) до точки графіку, що Вас цікавить, і виписати з квадрата на екрані чисельне значення кута, яке висвічується у верхній частині екрану.

Нульовий кут відхилення маятника (положення рівноваги) відповідає довільному значенню кута в діапазоні 90° - 270°. Тому при обробці даних для визначення максимального кута відхилення необхідно зі значення кута, отриманого для першого максимуму або мінімуму кривої на екрані, відняти значення кута, відповідного положенню рівноваги (пряма лінія на екрані, що передуює руху маятника). Знак кута відхилення при цьому, природно, не має фізичного сенсу і може бути опущений.

Щоб переконатися в тому, що втрати на тертя малі, слід також виписати в таблицю амплітуду другого коливання маятника і обчислити величину відхилення в протилежний бік.

7. Експеримент і попередню обробку даних, які описані в п. 5, 6, слід повторити 5 разів і заповнити у таблицю 1.

Таблиця 1

	φ_0 , град	φ_1 , град	φ_2 , град	$\alpha= \varphi_1-\varphi_0 $, град	$\alpha'= \varphi_2-\varphi_0 $, град
1					
2					
3					
4					
5					

Позначення, прийняті в таблиці, :

φ_0 - кут, що вимірюється датчиком і відповідає положенню рівноваги;

φ_1 - кут, що вимірюється датчиком і відповідає першому відхиленню маятника;

φ_2 - кут, що вимірюється датчиком і відповідає другому відхиленню маятника;

α і α' - істинні величини кутів відхилення.

8. Розрахуйте середнє значення кута відхилення (α_{cp}) і на підставі розрахункової формули визначте швидкість польоту кульки (таблиця 2). Необхідні для розрахунку значення маси маятника і кульки приведені в таблиці 2.

Зробіть висновок про те, чи достатньо малі втрати енергії при русі маятника.

Таблиця 2

M , кг	m , кг	L , м	α_{cp}	v , м/с	Δv , м/с
0,034	0,0083				

Позначення, прийняті в таблиці:

M - маса балістичного маятника (циліндра);

m - маса кульки;

l - відстань від осі циліндра до осі датчика обертання;

α_{cp} - середнє значення кута відхилення;

v - швидкість польоту кульки;

Δv - похибка визначення швидкості.

Вказівки з техніки безпеки

1. Включати в мережу вимірювальний блок L-мікро можна тільки після його з'єднання з послідовним портом комп'ютера.

2. Стежте за тим, щоб кути відхилення маятника не виходили за рамки робочого діапазону датчика кута повороту.

3.2. Зіткнення куль

Мета роботи: вивчення законів збереження імпульсу і енергії на прикладі завдання про зіткнення куль.

Обладнання: штатив універсальний, електромагніт, кронштейн, вимірювальний блок L-мікро, кулі із сталі - 3 шт, блок живлення, оптодатчики - 2 шт, штангенциркуль.

Спільне застосування законів збереження енергії і імпульсу для прямого і центрального пружного удару двох куль дозволяє отримати наступні співвідношення для швидкостей руху першої (V_1) і другої (V_2) куль після зіткнення:

$$v_1 = \frac{(m_1 - m_2) \cdot v_{01} + 2m_2 v_{02}}{m_1 + m_2} \quad (1)$$

$$v_2 = \frac{(m_2 - m_1) \cdot v_{02} + 2m_1 v_{01}}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

де m_1 і m_2 - маси першої і другої куль, V_{01} , V_{02} - швидкості першої і другої куль до зіткнення.

У експерименті, що виконується в цій лабораторній роботі, одна з куль спочатку знаходиться в стані спокою ($V_{02}=0$), тому формули (1) і (2) спрощуються:

$$v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot v_{01} \quad (3)$$

$$v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \cdot v_{01} \quad (4)$$

Якщо маси куль однакові ($m_1 = m_2$), то співвідношення (3) і (4) набирають вигляду:

$$v_1 = 0 \quad (5)$$

$$v_2 = v_{01} \quad (6)$$

тобто в результаті зіткнення налітаюча куля зупиняється, а друга куля починає рух з швидкістю, рівною швидкості першої кулі до удару. Очевидно, що кінетична енергія системи T до зіткнення рівна (друга куля в експериментах спочатку знаходиться в стані спокою):

$$T = \frac{m_1 \cdot v_{01}^2}{2}, \quad (7)$$

а кінетична енергія системи після взаємодії T' обчислюється по формулі:

$$T' = \frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} + \frac{m_2 \cdot v_2^2}{2} \quad (8)$$

Експериментальна частина цієї лабораторної роботи полягає в перевірці на простій лабораторній установці законів збереження імпульсу і енергії. Перевірка полягає в проведенні вимірювань, результати яких обробляються і порівнюються кількісно з висновками, що впливають із законів збереження енергії і імпульсу.

Схема лабораторної установки показана на рис. 3.3. На вертикальній стійці штатива (1) встановлені електромагніт (2) і кронштейн (3). На кінці кронштейна підвішуються дві кулі (4,5), а на столі на металевій пластині встановлюються два оптодатчика (6,7) для реєстрації швидкості руху куль до і після удару.

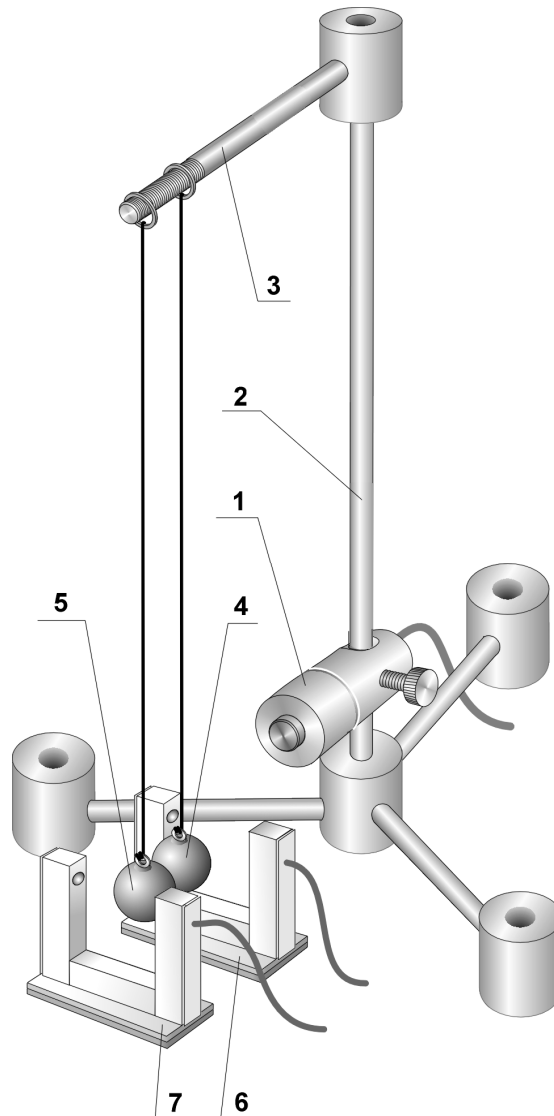


Рис. 3.3. Загальний вигляд установки для дослідження зіткнення куль.

У початковому положенні одна з куль утримується електромагнітом. При вимкненні живлення електромагніту куля (4) опускається і рухається по дузі кола до зіткнення з кулею (5). При цьому куля (4) набуває швидкості v_{01} , яка вимірюється за допомогою першого оптодатчика (6).

Вимірювання швидкості куль у цій роботі здійснюється таким чином. Оптодатчик складається з оптопари - світлодіода і фотодіода. Пучок світла від світлодіода потрапляє на фотодіод. При русі кулі мимо оптодатчика пучок світла на деякий час перекривається. Інтервал часу Δt , протягом якого світло було закрито рухомою кулею, вимірюється за допомогою комп'ютерної вимірювальної системи. Для розрахунку швидкості кулі v досить розділити його діаметр D на Δt :

$$v = \frac{D}{\Delta t} \quad (9)$$

Слід зазначити, що швидкість v_{01} кулі (4) в нижньому положенні спрямована по горизонталі, а швидкість кулі (5) до зіткнення дорівнює нулю: $v_{02}=0$. Нитки, на яких підвішені кулі, мають таку довжину, що центри куль знаходяться на горизонтальній прямій, тому удар кулі (4) по кулі (5) можна вважати прямим і центральним.

Швидкість v_{02} кулі (5) вимірюється безпосередньо після удару за допомогою другого оптодатчика (7).

При виконанні роботи необхідно спочатку вивчити зіткнення сталевих куль однакової маси, а потім сталевих куль різної маси (маса налітаючої кулі більше маси кулі, що спочатку знаходиться в стані спокою). В останньому випадку другий оптодатчик (7) послідовно реєструватиме спочатку проліт малої кулі, а потім великої.

Виміри треба проводити п'ять разів з кожною парою куль і результати вносити в таблиці 1 і 2. Після проведення вимірювань обчислюється кінетична енергія системи до і безпосередньо після удару. Потім необхідно порівняти отримані результати з обчисленими за формулами (5), (6) або (3), (4).

Хід роботи

1. Зберіть лабораторну установку, як показано на рис. 3.3. На вертикальну стійку штатива (1) встановіть електромагніт (2) і муфту з кронштейном (3) так, щоб різьблення завдовжки 30 мм на кронштейні було вільне (не була вкручена в муфту). На кронштейн підвісьте дві великі кулі. Кільця, до яких прив'язані нитки куль, повинні розташовуватися так, щоб нитки були паралельні, а кулі при цьому дотикалися. Вирівняйте довжину ниток і добийтеся того, щоб центри куль були на одній висоті. Кулі повинні висіти так, щоб при відхиленні однієї з них інша залишалася нерухомою.

Встановіть один з оптодатчиків в безпосередній близькості від куль і, переміщаючи муфту з кронштейном вгору-вниз, забезпечте збіг висоти оптичної осі оптодатчика (висоти розташування світло- і фотодіодів) з висотою, на якій знаходяться центри куль. Після цього відрегулюйте положення електромагніту. Електромагніт повинен утримувати одну з куль.

2. Підєднайте вимірювальний блок L-мікро до роз'єму послідовного порту комп'ютера й увімкніть його. Оптодатчики з'єднайте з першим і другим каналами блоку. До третього каналу підключіть дев'ятиштирьковий роз'єм кабелю, що йде від електромагніту. Два однополюсні роз'єми цього кабелю з'єднаєте з клемми блоку живлення (9В).

3. Запустіть програму L-phys.exe, виберіть пункт меню **"Список дослідів"** і в списку, що з'явився на екрані, виберіть лабораторну роботу **"Зіткнення куль"**.

4. Перед проведенням вимірювань необхідно правильно вибрати положення оптодатчиків. Кулі при цьому повинні нерухомо висіти на нитках. Один з оптодатчиків (він реєструватиме швидкість налітаючої кулі до удару) встановлюється так, щоб, з одного боку, здійснювати виміри як можна

ближче до точки зіткнення, а з іншого боку, щоб куля повністю пролетіла повз нього до удару.

Виберіть в програмі пункт меню "**Налаштування**". У вікні що з'явиться Ви побачите два кружечки. Якщо в кружечку є точка, то пучок світла у відповідному оптодатчику перекритий яким-небудь об'єктом. Якщо точка відсутня, то оптодатчик відкритий.

Встановіть перший оптодатчик між електромагнітом і найближчою до нього кулею впритул до кромки кулі. При цьому пучок світла не має бути перекритий, що означає, що куля пролетить повз датчик до початку взаємодії з іншою кулею. Аналогічно налаштуйте другий оптодатчик в безпосередній близькості від другої кулі. Ця куля перекриє пучок світла відразу як тільки почне рух.

5. Виберіть пункт меню "**Вимір**". Це приведе до того, що на електромагніт буде подано напругу, а на екрані з'явиться повідомлення. Підведіть до електромагніту кулю і після того, як він зафіксується, заспокойте коливання другої кулі.

6. При натисненні клавіші **Enter** живлення електромагніту відключиться, і куля почне рухатися. Зверніть увагу на рух налітаючої кулі після удару. На екрані комп'ютера виникне три інтервали часу. Перший з них відповідає руху кулі, що налітає, повз перший оптодатчик, другий відображає час прольоту кулі, що спочатку знаходилася в стані спокою, повз другий оптодатчик. Третій інтервал часу - це повернення кулі до положення рівноваги. Він не використовується при обробці результатів цього досліду. Повторіть дослід 5 разів, записуючи результати в таблицю 1.

7. Замініть кулю (5), яка до удару знаходилася в стані спокою, кулею меншої маси, відрегулюйте довжину її нитки відповідно до п. 1 і, визначивши положення оптодатчиків та налагодивши їх (див. п.п. 4,5), здійсніть ще 5 запусків установки. Результати дослідів цієї серії внесіть в таблицю 2. Зверніть увагу, що в цих дослідах налітаюча куля після зіткнення продовжує рух і третій інтервал часу на екрані комп'ютера відповідає часу її прольоту мимо оптодатчика (7).

8. Виміряйте діаметри куль за допомогою штангенциркуля і визначте швидкості руху куль до і після зіткнення. Зіставте швидкості, отримані в експерименті, зі значеннями, розрахованими на основі формул (5), (однакові кулі) і (3), (4). Маса куль m обчислюються, виходячи з їх густини ($\rho_{стали}=7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$) і діаметру D :

$$m = \frac{1}{6} \pi \rho D^3$$

На основі отриманих даних розрахуйте кінетичну енергію системи до і після зіткнення і порівняйте отримані значення. Зменшення кінетичної енергії системи після зіткнення (якщо воно має місце) означає, що насправді удар не був абсолютно пружним і частина механічної енергії перейшла в теплову.

Таблиця 1

Зіткнення двох куль однакової маси

№	$\Delta t_1, \text{с}$	$\Delta t_2, \text{с}$	$v_{01}, \text{м/с}$	$v_2, \text{м/с}$	$T, \text{Дж}$	$T', \text{Дж}$	$\Delta T, \text{Дж}$
1							
2							
3							
4							
5							
Середнє значення							

Таблиця 2

Зіткнення двох куль різної маси

№	$\Delta t_1, \text{с}$	$\Delta t_2, \text{с}$	$\Delta t_3, \text{с}$	$v_{01}, \text{м/с}$	$v_2, \text{м/с}$	$v_1, \text{м/с}$	$T, \text{Дж}$	$T', \text{Дж}$	$\Delta T, \text{Дж}$
1									
2									
3									
4									
5									
Середнє значення									

Позначення, прийняті в таблицях :

$\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3$ - інтервали часу, що реєструються комп'ютерною вимірювальною системою.

$v_{01}=D_1/\Delta t_1$ - швидкість налітаючої кулі до зіткнення (D_1 -діаметр налітаючої кулі).

$v_{02}=D_2/\Delta t_2$ - швидкість кулі, що спочатку знаходилася в стані спокою після зіткнення (D_2 -діаметр цієї кулі).

$v_1=D_1/\Delta t_3$ - швидкість кулі, що налітає після зіткнення (в досліді з різними кулями).

T - кінетична енергія системи до зіткнення.

T' - кінетична енергія системи після зіткнення.

$\Delta T=T'-T$ - зміна кінетичної енергії в результаті взаємодії куль.

Вказівки з техніки безпеки

1. Включати в мережу вимірювальний блок L-мікро можна тільки після його з'єднання з роз'ємом послідовного порту комп'ютера.

2. Удари куль по корпусах оптодатчиків недопустимі, тому рух куль слід зупиняти відразу після реєстрації необхідних інтервалів часу.

3.3. Визначення моментів інерції тіл

Мета роботи: вимірювання моменту інерції твердих тіл, дослідження залежності моменту інерції від конфігурації тіла.

Обладнання: штатив універсальний, вимірювальний блок L-мікро, датчик кутової швидкості з муфтою, штангенциркуль, стержні (спиці) з вантажами що переміщаються по них - 4 шт, лінійка, дротина для підвішування вантажів, вантажі - 2 шт.

Момент інерції твердого тіла правильної геометричної форми можна визначити за допомогою обчислень. У тих випадках, коли тіло неоднорідне за своїм складом або має складну геометричну конфігурацію, визначення моменту інерції проводиться експериментально.

Експериментальна установка, що використовується в цій роботі, історично дістала назву "Маятник Обербека". Схема її зображена на рис. 3.4:

Маятник Обербека складається з чотирьох стержнів (1), закріплених в муфті (2). Вісь обертання муфти розташована горизонтально. На кожному із стержнів є вантаж (3), який за допомогою спеціальних фіксаторів (4) може розміщуватись на будь-якій відстані від осі муфти. Таким чином момент інерції конструкції може змінюватися в широких межах. Розкручування маятника Обербека здійснюється за допомогою нитки (5), заздалегідь намотаної на циліндричну поверхню муфти. До нижнього кінця нитки прикріплюються вантажі (6) різної маси. Для проведення дослідів муфта маятника Обербека надіта на вісь датчика кутової швидкості (7), що дозволяє записувати значення швидкості обертання під час руху.

При виконанні лабораторної роботи необхідно виміряти момент інерції маятника Обербека в двох випадках: при мінімальному і максимальному віддаленні вантажів від осі обертання. У кожному випадку розкручування маятника проводиться двома різними вантажами. Відповідно до теорії, викладеної нижче, це дозволить при обробці даних виключити вплив сил тертя.

Розглянемо рух маятника Обербека на основі законів динаміки. Вантаж на нитці рухається поступально під дією сили тяжіння і сили натягу нитки. При цьому можна записати рівняння другого закону Ньютона для вантажу масою m :

$$ma = mg - T \quad (1)$$

Звідси знаходимо силу натягу нитки T :

$$T = m(g - a) \quad (2)$$

Ця сила, прикладена по дотичній до кола муфти, створює обертальний момент $M = T \cdot R$ (R - радіус циліндричної поверхні муфти, на яку намотана нитка).

Тепер, використовуючи основний закон динаміки обертального руху, проаналізуємо обертання маятника Обербека. При цьому слід враховувати момент M_{Tp} , що створюється силами тертя і гальмування обертання. Визначення цього моменту досить складне, оскільки його створюють невідомі за величиною сили з відомими відносно осі плечима. Ними можуть бути сили опору руху вантажів з боку повітря або тертя в осі датчика кутової швидкості.

$$J \cdot \varepsilon = M - M_{Tp} = T \cdot R - M_{Tp} \quad (3)$$

чи

$$J \cdot \varepsilon = m(g - a) \cdot R - M_{Tp} \quad (4)$$

Кутове прискорення маятника ε та лінійне прискорення a вантажу на нитці пов'язані формулою:

$$\varepsilon = \frac{a}{R} \quad (5)$$

Оскільки в експериментах вимірюється кутова швидкість обертання і на її основі визначається кутове прискорення маятника Обербека, то з (4) з допомогою (5) слід виключити a :

$$T = m(g - a) \quad (6)$$

Для того, щоб виключити з рівняння невідомий момент тертя M_{Tp} , можна провести експеримент двічі з різними вантажами m_1 і m_2 . При цьому кутові прискорення ε_1 і ε_2 обертальні моменти M_1 і M_2 сил T_1 і T_2 виявляться різними. Запишемо рівняння основного закону обертального руху в першому і другому експериментах:

$$\begin{aligned} J \cdot \varepsilon_1 &= M_1 - M_{Tp} \\ J \cdot \varepsilon_2 &= M_2 - M_{Tp} \end{aligned} \quad (7)$$

Чи, на основі (6):

$$\begin{aligned} J \cdot \varepsilon_1 &= m_1(g - \varepsilon_1 \cdot R) \cdot R - M_{Tp} \\ J \cdot \varepsilon_2 &= m_2(g - \varepsilon_2 \cdot R) \cdot R - M_{Tp} \end{aligned} \quad (8)$$

Таким чином, (8) являє собою систему двох рівнянь з двома невідомими - шуканим моментом інерції J і моментом тертя M_{Tp} . Виключивши момент тертя, знайдемо момент інерції J установок. Для цього в системі (8) віднімаємо друге рівняння з першого і отримуємо одне рівняння з шуканим J :

$$J \cdot \varepsilon_1 - J \cdot \varepsilon_2 = m_1(g - \varepsilon_1 \cdot R) \cdot R - m_2(g - \varepsilon_2 \cdot R) \cdot R \quad (9)$$

Звідси знаходимо розрахункову формулу для J :

$$J = \frac{g(m_1 - m_2) - R(m_1\varepsilon_1 - m_2\varepsilon_2)}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} \cdot R \quad (10)$$

Хід роботи та і обробка результатів вимірювань.

1. Зберіть установку, як показано на рис. 3.4. Штатив збирається з довгою вертикальною стійкою, на якій закріплюється датчик кутової швидкості (7) з муфтою (2). Вісь обертання датчика має бути горизонтальною. В отвори муфти необхідно вкрутити чотири однакових спиці (1), на яких розташовуються рухомі вантажі (3).

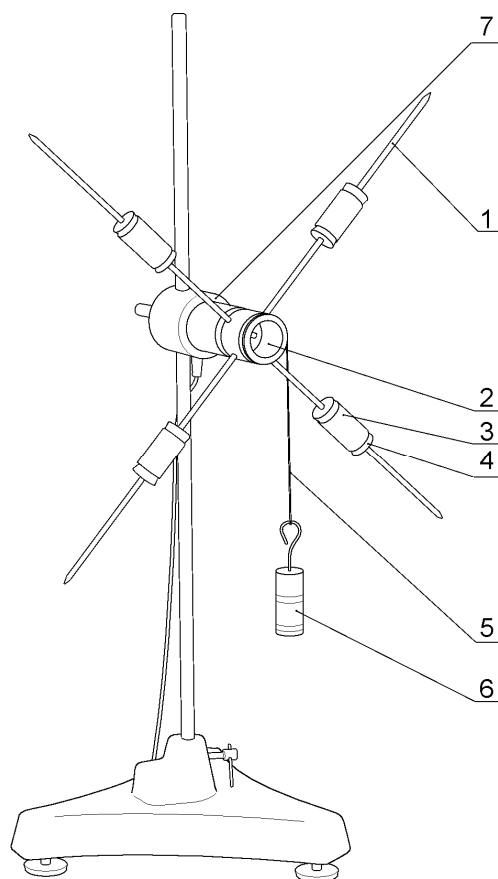


Рис. 3.4. Загальний вигляд маятника Обербека.

Встановіть вантажі на стержнях в безпосередній близькості від муфти і відрегулюйте положення вантажів так, щоб хрестовина маятника (вал і стержні з вантажами) знаходилися в положенні байдужої рівноваги, тобто залишалися нерухомими при відсутності зовнішньої дії в будь-якому положенні. Для цього треба маятник відпустити і після зупинки його руху пересунути нижній вантаж ближче до осі маятника. Потім повернути маятник і знову відпустити. Ці дії необхідно повторювати до тих пір, поки після того, як маятник відпустили він не залишиться нерухомим.

Виміряйте віддалення вантажів від осі і внесіть отримані значення в таблицю (стовпець « l , м»).

Закріпіть один кінець нитки завдовжки 25 - 30 см на катушці муфти датчика кутової швидкості і прикріпіть до іншого її кінця один з вантажів. Перед запуском маятника Вам буде необхідно намотати нитку на катушку муфти і таким чином підняти вантаж над поверхнею столу.

Виміряйте за допомогою штангенциркуля діаметр катушки муфти, визначте значення її радіусу R і внесіть його в таблицю.

2. Підєднайте вимірювальний блок Л-мікро до роз'єму послідовного порту комп'ютера і до мережі (220 В, 50 Гц). Кабель датчика кутової швидкості увімкніть в роз'єм першого каналу вимірювального блоку. Увімкніть тумблер живлення вимірювального блоку.

3. Запустіть програму L-phys.exe, виберіть пункт меню **"Список дослідів"** і в списку, що з'явився на екрані, виберіть лабораторну роботу **"Визначення моментів інерції тіл"**

4. Приступіть до проведення вимірювання. Для цього необхідно:

а) намотати нитку на котушку в один шар так, щоб вантаж, прив'язаний до нитки, піднявся майже до рівня котушки. Після цього утримувати маятник рукою, не даючи йому почати обертання.

б) увімкнути режим реєстрації даних комп'ютером. Для цього треба вибрати пункт меню **"Запуск"** і опустити маятник. Запис даних триватиме близько 5 секунд. Вам слід зупинити обертання маятника після того, як уся нитка буде розмотана;

в) провести первинну обробку даних, що з'явилися на екрані у вигляді графіка залежності кутової швидкості обертання маятника Обербека від часу. Залишіть на графіку ділянку, яка відноситься до рівноприскореного руху системи. Для цього приберіть точки, що не відносяться до періоду рівноприскореного руху системи (точки, відповідні руху системи після того, як вантаж, що опускається на нитці, досягає поверхні столу або нитка повністю розмотується з котушки). Щоб повернутися до відображення усього графіку, натисніть на графіку правою кнопкою миші, і виберіть в меню пункт **"Показати увесь графік"**.

Оскільки кутове прискорення визначається як тангенс кута нахилу графіка залежності кутової швидкості від часу, необхідно побудувати пряму, що найкращим чином апроксимує експериментальні дані і визначити її кутовий коефіцієнт (коефіцієнт a в рівнянні прямої $y=ax+b$). Для цього натисніть на графіку правою кнопкою миші і виберіть в меню пункт **"Провести пряму"**;

г) дії, описані в п.п. а) - в) необхідно повторити три рази для отримання надалі середнього значення кутового прискорення за даних умов експерименту. Дані вносяться в стовпець таблиці « ε , $\text{рад}\cdot\text{с}^{-2}$ », в клітинки, що розташовані горизонтально;

д) збільшити масу вантажу (додати другий вантаж) і, виконавши п.п. а) - г), отримати значення прискорення маятника Обербека;

е) збільшити момент інерції маятника Обербека до значення, близького до максимального (розсунути вантажі) і збалансувати маятник (допомогтися байдужої рівноваги на осі обертання). Залишити на нитці тільки один вантаж. Записати в таблицю відстань від центра вантажів до осі (l) і виконати вимірювання за пунктами а) - д).

5. При обробці даних треба:

- розрахувати середнє значення кутового прискорення ε_{cp} в кожній серії запусків $\varepsilon_{cp} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \varepsilon_i$ і внести отримані результати в таблицю;

- на підставі розрахункової формули, виведеної в теоретичній частині роботи, визначити значення моментів інерції J маятника Обербека при різній відстані вантажів від осі обертання. Маса вантажів, за допомогою яких розкручується маятник Обербека, приведені в таблиці.

$R, м$	$l, м$	$M, кг$	$\varepsilon, рад \cdot с^{-2}$			$\varepsilon_{ср}, рад \cdot с^{-2}$	$J, кг \cdot м^2$
		0,0238					
		0,0476					
		0,0238					
		0,0476					

Вказівки з техніки безпеки

1. Включати в мережу вимірювальний блок L-мікро можна тільки після його під'єднання до роз'єму послідовного порту комп'ютера.
2. Слідкуйте за тим, щоб вантажі на стержнях маятника були надійно закріплені.

3.4. Вимірювання прискорення вільного падіння за допомогою математичного і фізичного маятників

Мета роботи: визначити прискорення вільного падіння, використовуючи закономірності коливань математичного і фізичного маятників.

Обладнання: штатив універсальний, оборотний маятник, кронштейн з двома гайками, оптодатчик, скоба, вимірювальний блок L-мікро, математичний маятник, лінійка, кулька діаметром 13 мм на нитці.

Періоди коливань математичного і фізичного маятників залежать від прискорення вільного падіння g . Період коливань T математичного маятника визначається із такої закономірності:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (1)$$

де l - довжина нитки математичного маятника, точніше, відстань від точки підвісу до центру кульки. У разі фізичного маятника

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{J}{mgl}} \quad (2)$$

де m - маса фізичного маятника, l - відстань від осі обертання до його центру мас, J - момент інерції фізичного маятника відносно осі обертання.

Таким чином для визначення g за допомогою математичного маятника досить виміряти його період коливань T і довжину l , після чого легко розрахувати прискорення вільного падіння g за формулою:

$$g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}, \quad (3)$$

яка впливає з (1).

Проводити виміри g за допомогою довільного фізичного маятника, спираючись на формулу (2), досить складно, оскільки при цьому необхідно знати точне значення його моменту інерції, положення центру мас і масу. Проте існує прилад, оборотний маятник, при використанні якого завдання визначення прискорення вільного падіння зводиться до вимірювання періоду коливань і деякої відстані між елементами конструкції оборотного маятника.

Оборотний маятник є фізичним маятником, який має наступну будову (див. рис. 3.5). На стержні (1) закріплюються два вантажі (2, 3). Стержень має дві осі обертання (4, 5), розташовані, по різні боки обертання по обидві сторони від центру мас системи. Осі обертання для зменшення тертя виготовляють у вигляді трикутних призм із твердого матеріалу, які слід встановлювати на спеціальну опору (6), закріплену на підставці.

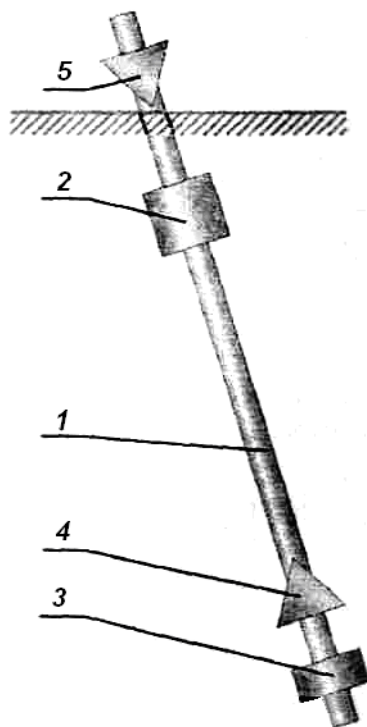


Рис. 3.5. Загальна вигляд оборотного маятника.

Оборотний маятник регулюється так, щоб період його коливань при установці на одній призмі дорівнював періоду коливань його на іншій призмі. Регулювання здійснюється зміною взаємного розташування вантажів і призм на стержні.

Виведемо формулу періоду коливань оборотного маятника. Згідно з теоремою Штейнера момент інерції J маятника відносно довільної осі обертання рівний:

$$J = J_c + ml^2 \quad (3)$$

де J - момент інерції відносно осі обертання, що проходить через центр мас, m - маса маятника, а l - відстань від осі обертання до центра мас. Після підстановки (3) в (2) формула для періоду коливань фізичного маятника набере вигляду:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{J_c + ml^2}{mgl}} \quad (4)$$

Оскільки оборотний маятник має рівні періоди коливань на обох призмах (осях), на основі (4) можна записати:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{J_c + ml_2^2}{mgl_2}} \quad (5)$$

Тут l_1 і l_2 - відстані від центра мас маятника до ребра першої і другої призми відповідно.

Формули (5) піднесемо до квадрату і помножимо на знаменники правих частин. Тоді одержимо:

$$T^2 mgl_1 = 4\pi^2 (J_c + ml_1^2)$$

$$T^2 mgl_2 = 4\pi^2 (J_c + ml_2^2)$$

Віднімемо з першої рівності другу і скоротимо на m :

$$T^2 \cdot mgl_1 - T^2 \cdot mgl_2 = 4\pi^2 \cdot ml_1^2 - 4\pi^2 \cdot ml_2^2$$

$$T^2 g(l_1 - l_2) = 4\pi^2 (l_1^2 - l_2^2)$$

Застосуємо формулу різниці квадратів в правій частині:

$$T^2 g(l_1 - l_2) = 4\pi^2 (l_1 - l_2)(l_1 + l_2) \quad (6)$$

Якщо в (6) $l_1 \neq l_2$, що означає несиметричне розташування призми відносно центра мас маятника, то скорочуючи на $(l_1 - l_2)$, отримуємо:

$$T^2 g = 4\pi^2 (l_1 + l_2) \quad (7)$$

Оскільки призми розташовані по різні боки від центра мас, то $l_1 + l_2 = l_0$, - де l_0 відстань між відповідними ребрами призми (осями коливань).

На основі (7) легко записуються вираз для періоду коливань оборотного маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_0}{g}} \quad (8)$$

і формула для визначення g набуває вигляду: $g = \frac{4\pi^2 l_0}{T^2}$

Ще раз підкреслимо, що у разі $l_1 = l_2$ (симетричне розташування осей коливань відносно центру мас маятника), формули (8) і (9) не є справедливими. Величина періоду коливань в цьому випадку залежить не лише від l_0 і g , але і від моменту інерції маятника.

У цій лабораторній роботі за допомогою оптодатчика вимірюється проміжок часу між двома найближчими проходженнями вантажу маятника через положення рівноваги, тобто безпосередньо вимірюється половина періоду коливань.

Хід роботи

1. Для проведення досліду з математичним маятником зберіть установку, як показано на рис. 3.6 а. Штатив збирається з довгою вертикальною стійкою (1), до якої кріпиться кронштейн (2).

На кінці кронштейна (2) між двома гайками затискається шайба (4), до якої прив'язана нитка з кулькою (6). Висота розташування кронштейна (2) добирається така, щоб центр кульки знаходився на одній висоті з випромінювачем і приймачем оптодатчика (5). Оптична вісь датчика повинна приблизно співпадати з положенням рівноваги маятника.

2. Під'єднайте вимірювальний блок L-мікро до роз'єму послідовного порту комп'ютера. Після цього під'єднаєте його до мережі (220 В, 50 Гц) і включіть. Оптодатчик під'єднується до першого каналу вимірювального блоку.

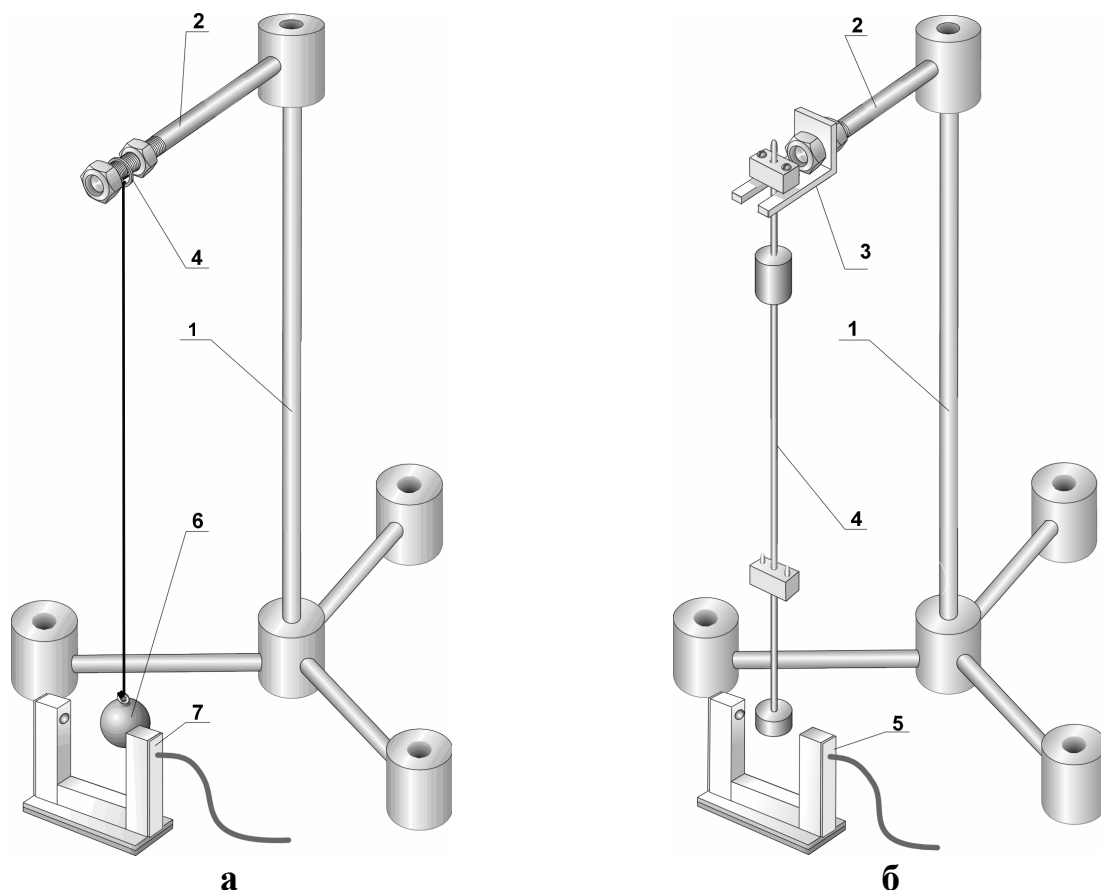


Рис. 3.6. Установка для дослідження математичного (а) та фізичного (б) маятника.

3. Запустіть програму L-phys.exe, виберіть пункт **"Список дослідів"** і в списку, що з'явиться на екрані, виберіть лабораторну роботу **"Визначення прискорення вільного падіння"**

4. При проведенні досліду (і з математичним, і з оборотним маятниками) необхідно привести маятник в рух і вибрати пункт меню **"Вимірювання"**. Після здійснення маятником п'яти повних коливань запис даних припиняється, а на екрані. Залишається таблиця напівперіодів коливань. Різниця між $(T/2)_1$ і $(T/2)_2$ пояснюється тим, що оптична вісь оптодатчика не точно співпадає з положенням рівноваги маятника. Виміряні значення напівперіодів коливань вносяться в таблиці, де розраховуються періоди коливань маятників.

5. Виміряйте період малих коливань математичного маятника. Для цього проведіть вимірювання періоду при різних амплітудах коливань і визначте величину початкового відхилення, при якому період перестає залежати від амплітуди (у рамках точності вимірювальної системи).

Результати вимірювань даними (напівперіодів малих коливань, отримані в одному із запусків) та значення відстані від центра кульки до точки підвісу запишіть у таблицю 1.

Таблиця 1

Результати вимірювань під час дослідження з математичним маятником

$l, \text{ м}$	$(T/2)_1, \text{ с}$	$(T/2)_2, \text{ с}$	$T, \text{ с}$	$T_{\text{ср}}, \text{ с}$

Позначення, прийняті в таблиці:

l - довжина маятника (приведена довжина у випадку фізичного маятника);

$(T/2)_1, (T/2)_2$ - напівперіоди коливань;

$T = (T/2)_1 + (T/2)_2$ - період коливань маятника;

$T_{\text{ср}}$ - середнє значення періоду коливань.

6. Для проведення вимірювання з оборотним маятником на кінці кронштейна за допомогою двох гайок закріплюється скоба (рис. 3.6 б). Оборотний маятник (4) вставляється в проріз скоби так, щоб площина його коливань співпадала з напрямом прорізу. При русі маятник повинен перекривати пучок світла в оптодатчику (5), що встановлений на столі.

Необхідно, щоб оптична вісь датчика приблизно співпадала з положенням рівноваги маятника. Висота розташування осі маятника регулюється переміщенням кронштейна (2) по вертикальній стійці штатива (1).

7. Визначте амплітуди коливань, при якій їх ще можна вважати малими, тобто знайдіть інтервал амплітуд коливань, де у рамках точності експерименту період не залежить від амплітуди. Для цього встановіть маятник на одну з опор і аналогічно випадку математичного маятника проведіть вимір періодів при різних амплітудах коливань.

Переконайтеся, що опори маятника встановлені в спряжених точках. Для цього переверніть маятник і, переміщаючи кронштейн вздовж вертикальної стійки штатива, підберіть висоту розташування осі коливання так, щоб маятник перетинав оптичну вісь оптодатчика. Виміряйте період його малих коливань і зіставте з величиною періоду коливань на іншій опорі.

Внесіть значення напівперіодів малих коливань, отриманих в одному з експериментів, у таблицю 2. Виміряйте відстань між вістрями опор маятника (l_0) і також запишіть його в таблицю 2.

Таблиця 2

Результати дослідження коливань оборотного маятника

$l_0, \text{ м}$	$(T/2)_1, \text{ с}$	$(T/2)_2, \text{ с}$	$T, \text{ с}$	$T_{\text{ср}}, \text{ с}$

Позначення, прийняті в таблиці:

l_0 - відстань між осями коливань.

$(T/2)_1, (T/2)_2$ - напівперіоди коливань;

$T = (T/2)_1 + (T/2)_2$ - період коливань маятника;

$T_{\text{ср}}$ - середнє значення періоду коливань.

8. Покладіть маятник горизонтально на який-небудь гострий предмет (наприклад, ребро лінійки) і знайдіть приблизно положення центру мас - точку, спираючись на яку маятник буде в рівновазі. Перевірте, чи виконується умова $l_1 \neq l_2$ (див. формулу (6)).

9. Визначите прискорення вільного падіння на основі даних, отриманих для математичного і фізичного маятників. Оцініть похибку в тому і іншому випадках. Подумайте, через які причини оборотний маятник забезпечує істотно вищу точність вимірювання g .

Вказівки з техніки безпеки

1. Включати в мережу вимірювальний блок L-мікро можна лише після його під'єднання до роз'єму послідовного порту комп'ютера.

2. Обережно поводьтеся з оборотним маятником. Не допускайте падінь і ударів маятника, це може порушити його регулювання.

3.5. Вивчення закону збереження моменту імпульсу

Мета роботи: вивчення динаміки обертального руху і закону збереження моменту імпульсу на прикладі системи зі змінним моментом.

Обладнання: штатив універсальний, обмежувачі ходу вантажів - 2 шт, датчик кутової швидкості з муфтою, пристрій для розкручування системи, стержні (спиці довгі) 2 шт, лінійка, вантажі - 2 шт, вимірювальний блок L-мікро.

Момент імпульсу при обертанні відносно нерухомої осі дорівнює добутку моменту інерції J на кутову швидкість ω . Математичний вираз закону збереження моменту імпульсу має вигляд:

$$J \cdot \omega = \text{const}, \quad (2)$$

тобто добуток моменту інерції відносно нерухомої осі на кутову швидкість відносно цієї осі є величина постійна для механічних систем, на які не діють моменти зовнішніх сил або в яких головний момент зовнішніх сил відносно осі обертання дорівнює нулю. Експериментальна перевірка цього співвідношення проводиться в даній роботі.

Механічна система із змінним моментом інерції схематично показана на рис. 3.7. Довгий тонкий стержень може обертатися в горизонтальній площині навколо осі, що проходить через його центр. На стержні є два вантажі, які вільно ковзають по ньому. За допомогою спеціального пристосування стержень приводиться в обертання при мінімальному віддаленні вантажів від осі. Після звільнення вантажів вони ковзають по стержню до встановлених заздалегідь упорів. Момент інерції системи при цьому зростає, а обертання сповільнюється. Кутова швидкість системи контролюється комп'ютерною вимірювальною системою. Вимірювання геометричних характеристик дає можливість визначити початкове і кінцеве значення моменту інерції. Таким чином, можна розрахувати моменти імпульсу в початковому стані (при максимальній швидкості обертання) і в кінцевому стані (після розльоту вантажів) і порівняти їх.

Хід роботи

1. Зберіть експериментальну установку як показано на рис 3.7. Для цього візьміть штатив з короткою вертикальною стійкою (1) і встановіть на нього датчик кутової швидкості (2). У муфту, встановлену на осі датчика (3), вкрутіть два тонкі стержні (4) і надіньте на них вантажі (5). Для обмеження переміщення вантажів по стержнях на них встановлюються гумові шайби (6). Розкручування вантажів здійснюється спеціальною ручкою (7), яка одночасно фіксує початкове положення вантажів. Пристрій для розкручування надівається на муфту датчика кутової швидкості.

2. Під'єднайте вимірювальний блок L-мікро до роз'єму послідовного порту комп'ютера і до мережі (220 В 50 Гц). Кабель датчика кутової швидкості увімкніть в роз'єм першого каналу вимірювального блоку. Ввімкніть тумблер живлення вимірювального блоку.

3. Запустіть програму L-phys.exe, виберіть пункт **"Список дослідів"** і в списку, що з'явиться на екрані, виберіть лабораторну роботу **"Закон збереження моменту імпульсу"**.

4. Виконайте дослід, послідовно здійснюючи такі дії:

а) зафіксуйте положення вантажів за допомогою пристрою для розкручування, встановленого на муфту датчика. З допомогою лінійки виміряти відстань r від вісі обертання до центрів мас вантажів і внести її в таблицю 2;

б) встановіть гумові шайби на певній відстані від центра обертання системи.

в) увімкніть режим реєстрації результатів досліджень комп'ютером. Для цього виберіть пункт меню **"Запуск"** (Відмітимо, що запис даних здійснюється протягом 20 секунд з моменту вибору пункту меню.)

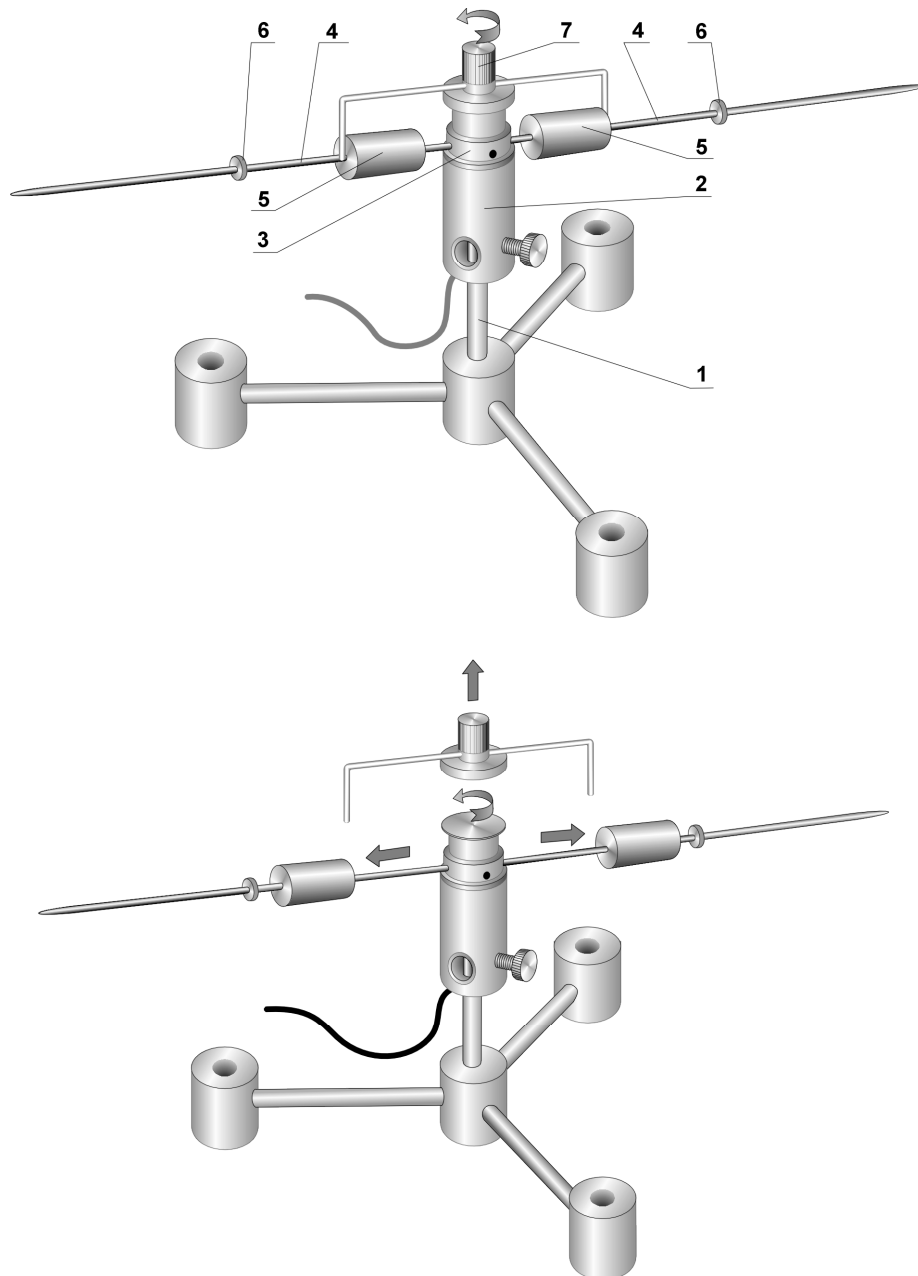


Рис. 3.7. Схема механічної системи із змінним моментом інерції.

г) розкрутіть систему вантажів за допомогою спеціального пристрою і різко підніміть його вгору, щоб дозволити вантажам наблизитися до гумових шайб, що обмежують їх рух по стержнях;

д) після завершення запису одержаних результатів на екрані виникне графік залежності кутової швидкості обертання системи від часу. Слід визначити початкове (ω_1) і кінцеве (ω_2) значення кутової швидкості. Для цього за допомогою клавіш підведіть курсор (вертикальну рису) до відповідних точок графіка і випишіть значення кутової швидкості з квадрата у верхній частині екрану;

Відмітимо, що початковою швидкістю обертання системи слід вважати максимальне значення кутової швидкості. Ділянка зростання кутової швидкості на графіку відповідає, розкручуванню системи, а ділянка, де

кутова швидкість зменшується - розльоту вантажів, тобто руху при відсутності зовнішніх сил. (Моментом сили тертя нехтуємо);

е) за допомогою лінійки виміряйте і внесіть у таблицю 2 координати центрів мас вантажів після розльоту (r_1 і r_2). Вантажі можуть не дійти до упорів або відійти від них після удару, тобто виявитися на різних відстанях від осі обертання.

5. Виміри необхідно провести при різних кінцевих положеннях вантажів, кожного разу проводячи 2-3 запуски системи.

6. Обробка результатів експерименту здійснюється таким чином:

- момент інерції стержнів і муфти, що знаходиться на осі датчика кутової швидкості, порівнюємо за величиною з моментом інерції рухливих вантажів, тому його необхідно враховувати при обробці даних експерименту. Розрахунок моменту інерції рухомої частини установки (без вантажів) виконується в таблиці 1.

Таблиця 1

$m_1, \text{кг}$	$m_2, \text{кг}$	$R, \text{м}$	$l, \text{м}$	$J_m, \text{кг}\cdot\text{м}^2$	$J_c, \text{кг}\cdot\text{м}^2$	$J_0 = J_c + 2J_m, \text{кг}\cdot\text{м}^2$
0,025	0,0045	0,012				

Позначення, прийняті в таблиці, :

m_1 - маса муфти на осі датчика кутової швидкості;

m_2 - маса спиці;

R - радіус муфти;

l - довжина спиці (від зовнішнього краю муфти);

$J_m = \frac{1}{2} m_1 \cdot R^2$ - момент інерції муфти;

$J_c = m_2 \cdot \left(R^2 + Rl + \frac{l^2}{3} \right)$ - момент інерції спиці - знаходиться за допомогою

теореми Штейнера:

$$J_c = m_2 \cdot \left(R + \frac{1}{2} \right)^2 + m_2 \frac{l^2}{12} = m_2 \cdot \left(R^2 + Rl + \frac{l^2}{4} + \frac{l^2}{12} \right) = m_2 \cdot \left(R^2 + Rl + \frac{l^2}{3} \right),$$

де $R + l/2$ - відстань від центра мас спиці до центра обертання, $m_2 \frac{l^2}{12}$ - момент інерції тонкого стержня при обертанні відносно осі, що проходить через його центр інерції.

- за допомогою таблиці 2 розрахуйте моменти інерції вантажів при різному віддаленні від вісі і моменти імпульсу системи в початковому і кінцевому станах.

Позначення, прийняті в таблиці, :

m - маса вантажу;

r - радіус центрів мас вантажів до розльоту;

r_1 - радіус центрів мас одного з вантажів після розльоту;

r_2 - радіус центрів мас іншого вантажу після розльоту;

ω_1 - кутова швидкість системи до розльоту вантажів;

ω_2 - кутова швидкість системи після розльоту вантажів.

Моменти інерції вантажів в початковому і кінцевому станах розраховуються наступним чином. Момент інерції циліндричного вантажу при обертанні відносно осі інерції, що проходить через його центр, і перпендикулярній осі симетрії циліндра, рівний:

$$J_r = \frac{m}{12} \cdot (3R_1^2 + 3R_2^2 + H^2)$$

де R_1 - зовнішній радіус циліндра, R_2 - радіус отвору в циліндрі, H - довжина циліндричного вантажу. У роботі використовуються вантажі з наступними розмірами: $R_1=0.007\text{м}$, $R_2=0.0015\text{м}$, $H=0.02\text{ м}$.

Згідно з теоремою Штейнера моменти інерції вантажів до розльоту J_1 ; і після розльоту J_2 рівні:

$$J_1 = 2 \cdot (mr^2 + J_r)$$

$$J_2 = mr_1^2 + mr_2^2 + 2J_r$$

$$L_1 = (J_1 + J_0)\omega_1 \text{ - момент імпульсу системи до розльоту вантажів;}$$

$$L_2 = (J_2 + J_0)\omega_2 \text{ - момент імпульсу системи після розльоту вантажів.}$$

в) Зіставте значення моментів імпульсу до і після розльоту вантажів і проаналізуйте причини, які призводять до деяких відмінностей в отриманих результатах.

Вказівки з техніки безпеки

1. Вмикати в мережу вимірювальний блок L-мікро можна тільки після його під'єднання до послідовного порту комп'ютера.

2. Перед розкручуванням системи переконайтеся в правильній установці обмежувачів ходу вантажів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4
ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ «МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА».
КОМПЛЕКТ «L-МІКРО ВИЩА ШКОЛА» (2 частина)

Мета роботи: Ознайомитися з комплектом «L-мікро Вища школа». Виконати комп'ютерний фізичний експеримент з молекулярної фізики, оцінивши його дидактичні можливості.

Обладнання: Персональний комп'ютер зі встановленим програмним забезпеченням «L-мікро» «Вища школа»; Набір для фізичного практикуму «Вища школа».

Завдання:

I. Ознайомитись з набором для комп'ютерного експерименту «Вища школа», та методичними рекомендаціями.

II. Підготуватись до виконання лабораторної роботи: в зошиті заздалегідь виконати необхідні рисунки, записати перелік обладнання і основні вказівки до виконання кожного завдання.

III. Виконати всі зазначені лабораторні роботи та експерименти.

IV. За результати роботи записати вимірювані та розрахункові кількісні значення, висновки та специфічні особливості виконання дослідів.

VI. Зробити загальний висновок та дидактичну оцінку комплекту «L-мікро Вища школа». Оцінити його позитивні та негативні прояви у НВП з фізики.

**Перелік лабораторних робіт з комплектом демонстраційного
комп'ютерного експерименту «Вища школа»**

4.1. Маятник Максвелла

Мета роботи: вимірювання моменту інерції осесиметричного твердого тіла у вигляді диска і порівняння з розрахунковими значеннями.

Обладнання: штатив універсальний, вимірювальний блок L-мікро, маятник Максвелла, блок живлення, електромагніт, лінійка, оптодатчик.

Маятник Максвелла є диском, нерухомо встановленим на осі. На кінцях осі симетрично відносно диска закріплюються нитки, за допомогою яких маятник підвішується до штатива. При обертанні осі нитки можуть намотуватися на вісь або розмотуватися, забезпечуючи тим самим переміщення маятника вгору і вниз. Якщо, намотавши нитки на вісь, підняти маятник на деяку висоту і відпустити його, то він почне здійснювати коливальний рух в полі сили тяжіння. У нижній точці маятник набуває найбільшої швидкості обертання, і, продовжуючи обертатися за інерцією, знову піднімається на деяку висоту за рахунок намотування ниток на вісь.

Потім досягши верхньої точки, де швидкість обертання маятника стає рівною нулю, він починає падати, обертаючись при цьому в іншу сторону. Рух маятника здійснюється під дією сили тяжіння mg і зворотної сили N . Рух маятника є рівноприскореним до тих пір, поки нитки хоч б частково намотані на вал. При цьому кутова швидкість ω обертання диска навколо осі, і лінійна швидкість v геометричної осі диска пов'язані між собою співвідношенням:

$$v = \frac{d}{2} \omega, \quad (1)$$

де d – діаметр валу. Іншими словами, швидкість руху центру мас маятника дорівнює швидкості змотування ниток з валу.

Кінетична енергія диска рівна

$$T = \frac{J\omega^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{Jv^2}{2 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)} + \frac{mv^2}{2} = \left(\frac{2J}{d^2} + \frac{m}{2}\right)v^2 \quad (2)$$

де J – момент інерції маятника.

Відповідно до закону збереження енергії при русі в полі сили тяжіння кінетична енергія маятника, який опустився з висоти h , дорівнює його потенціальній енергії на цій висоті, тому можна записати:

$$mgh = \left(\frac{2J}{d^2} + \frac{m}{2}\right)v^2 \quad (3)$$

При рівноприскореному русі швидкість v виражається через висоту падіння h і час руху t на підставі кінематичних співвідношень:

$$v = a \cdot t \text{ і } h = \frac{a \cdot t^2}{2} \quad (4)$$

де a – прискорення, з яким рухається центр мас диска. З формул (4) випливає

$$v = \frac{h}{2}t \quad (5)$$

Підставивши (5) в рівняння (3) і розв'язавши його відносно J , отримаємо розрахункову формулу для визначення моменту інерції маятника Максвелла відносно його осі симетрії

$$J = \frac{md^2}{4} \left(\frac{gt^2}{2h} - 1 \right)$$

Відмітимо, що розрахункова формула може бути отримана також на основі законів динаміки.

Виконуючи цю лабораторну роботу, виміряйте час t падіння маятника Максвелла з висоти h і на основі отриманих даних розрахуйте його момент інерції. Після цього треба порівняти отримане значення моменту інерції з теоретичним.

Геометричні розміри і маса елементів маятника Максвелла наведені в таблиці 1.

Хід роботи

1. Зберіть лабораторну установку відповідно до рис. 4.1. Спочатку змонтуйте стійку штатива (1) і закріпіть на ній кронштейн (2). Напрямок кронштейна повинен майже співпадати з напрямом однієї з перекладин основи штатива. В цьому випадку штатив не перевертатиметься при

досягненні маятником нижньої точки. Надіньте на кронштейн одне з кілець, до якого прив'язана нитка маятника, потім електромагніт з сердечником (3), а після цього - друге кільце з ниткою. Відрегулюйте довжину ниток так, щоб вісь маятника (4) була горизонтальною.

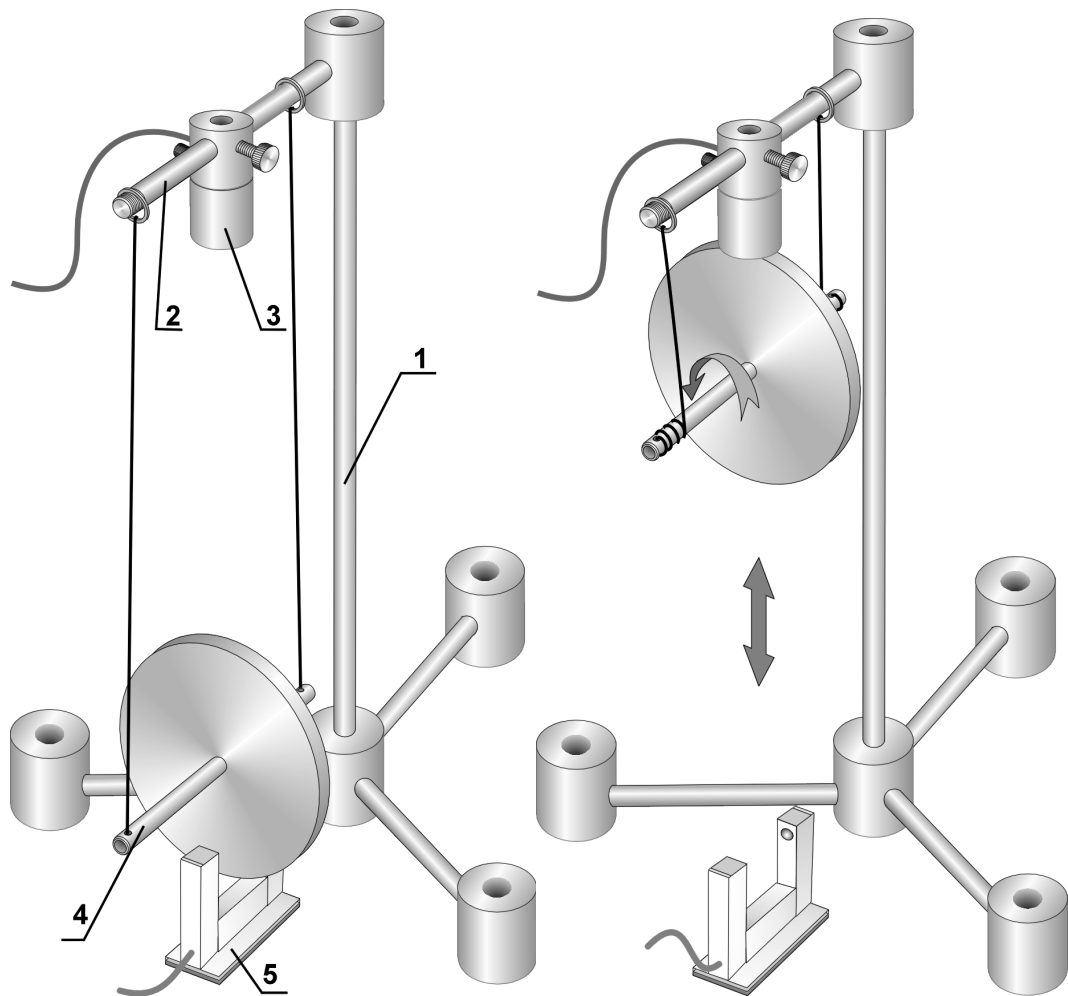


Рис 4.1. Загальний вигляд маятника Максвела.

Під нерухомим маятником, що вільно висить, встановіть оптодатчик (5) (рис. 4.1). Відрегулюйте висоту установки кронштейна так, щоб нижня кромка диска маятника, що вільно висить, була на 1 см нижче за рівень, на якому знаходяться випромінювач і приймач датчика.

2. Зберіть електричну схему експерименту (рис. 4.2). Під'єднайте вимірювальний блок L-мікро до роз'єму послідовного порту комп'ютера. Після цього увімкніть його у мережу (220 В, 50 Гц).

Під'єднайте електромагніт до третього каналу вимірювального блоку L-мікро. Клеми, призначені для подачі напруги живлення, з'єднаєте з джерелом живлення 12 В. Це дозволить управляти електромагнітом за допомогою комп'ютера. Оптодатчик під'єднайте до роз'єму першого каналу вимірювального блоку L-мікро.

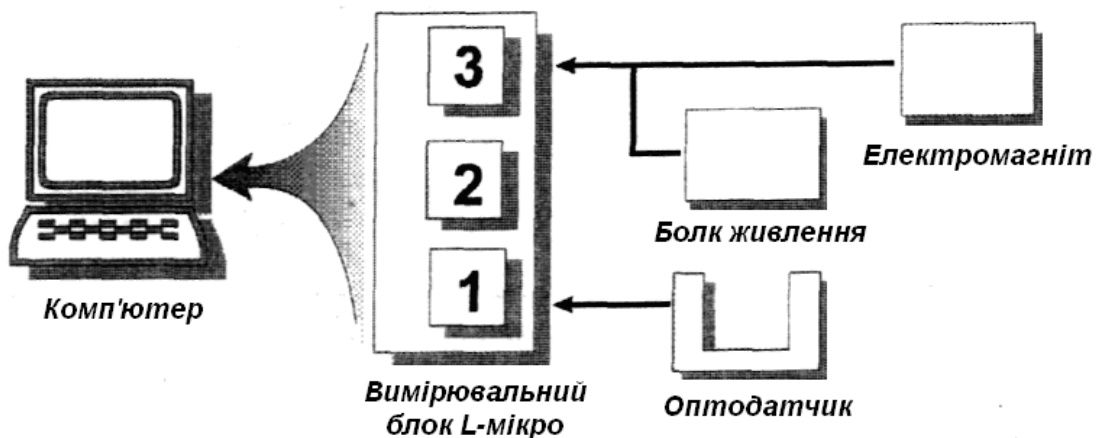


Рис. 4.2. Електрична схема з'єднання елементів установки.

3. Запустіть програму L-phys.exe, виберіть пункт меню "**Список дослідів**" і в списку, що з'явився на екрані, виберіть лабораторну роботу "**Маятник Максвелла**".

4. Приступіть до проведення дослідів. Для цього необхідно зробити наступне:

- уключіть блок живлення;
- виберіть пункт меню "Вимір". При цьому на електромагніт буде подано напругу живлення, а на екрані з'явиться повідомлення;
- намотайте нитки на вал і підвісьте маятник до магніту. Коли електромагніт утримує маятник, нитки підвісу не мають бути натягнуті і не повинні провисати. Виконання цих умов дозволить зменшити похибку в часі падіння маятника. Тому після того, як підвісили маятник до електромагніту, злегка поверніть його у напрямі розмотування ниток;

- натисніть клавішу **Enter** на екрані. При цьому одночасно з відключенням живлення електромагніту почнеться відлік часу падіння маятника. Як тільки маятник перекриє світло в оптодатчику, на екрані комп'ютера з'явиться час його руху. Зупиніть руками рух маятника і запишіть час в таблицю 2.

5. Повторіть виміри за пунктами "4 в" - "4 г" ще 4 рази. Вимірний час падіння занесіть в таблицю 2.

6. За допомогою лінійки визначте висоту падіння маятника h (виміряйте відстань від нижньої точки диска маятника, коли він підвішений до електромагніту, до оптичної осі оптодатчика) і запишіть її в таблицю 3. Зверніть увагу на похибку визначення h .

7. Обробка результатів проводиться таким чином:

На підставі експериментальних даних розрахуйте середній час падіння

маятника $\left(t_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \right)$ і середньоквадратичне відхилення $\left(\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t_{cp} - t_i)^2} \right)$

Отримане значення t_{cp} вноситься в таблицю 3.

Визначте момент інерції маятника. Розрахунок проводиться за формулою (6) з використанням характеристик маятника (маса і діаметр осі),

що наведені в таблиці 1, і часу падіння. Діаметр ниток підвісу 0.6мм. Отриманий результат впишіть в таблицю 3

Розрахуйте момент інерції маятника на основі даних, наведених в таблиці 1. Внесіть результати в таблицю 3.

Зіставте результати розрахунків і експериментів. Оцініть похибку визначення моменту інерції маятника.

Таблиця 1.

d_0 , мм	D , мм	m_0 , кг	m_δ , кг	m , кг
$9 \pm 0,1$	$100 \pm 0,1$	0,062	0,490	0,552

Таблиця 2.

№ досліду	1	2	3	4	5
Час падіння, с					

Таблиця 3.

t_{cp} , с	h , м	$J_{експ}$, кг·м ²	J_δ , кг·м ²	J_δ , кг·м ²	$J_{теор}$, кг·м ²

Позначення, прийняті в таблицях:

d_0 - діаметр осі маятника;

D - діаметр диска;

m_0 - маса осі маятника;

m_δ - маса диску;

m - повна маса маятника;

$J_\delta = \frac{1}{8} m_\delta D^2$ - момент інерції диску;

$J_\epsilon = \frac{1}{8} m_\epsilon d^2$ - момент інерції валу;

$J_{теор} = J_\delta + J_\epsilon$ - момент інерції маятника, розрахований на основі даних експерименту.

Вказівки з техніки безпеки

1. Вмикати в мережу вимірювальний блок L-мікро можна тільки після його під'єднання до роз'єму послідовного порту комп'ютера.

2. Перевірити цілісність ниток підвісу маятника перед проведенням досліду.

3. Не допускати ударів маятника по корпусу оптодатчика. Для цього необхідно руками зупиняти його рух після першого або другого підйому вгору.

4.2. Вимірювання теплопровідності повітря

Мета роботи: вимірювання коефіцієнта теплопровідності повітря.

Обладнання: прилад для вимірювання теплопровідності повітря, вимірювальний блок L-мікро, блок живлення.

Явище теплопровідності полягає у виникненні спрямованого перенесення внутрішньої енергії в газоподібних, рідких і твердих тілах за наявності в них просторових неоднорідностей температури. У стаціонарному одновимірному випадку явище теплопровідності описується рівнянням Фур'є, яке має вигляд:

$$q_e = -k \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

Тут q_e - питомий тепловий потік - фізична величина, рівна кількості теплоти, що переноситься через площу ΔS , перпендикулярну напрямку руху тепла за час Δt :

$$q_e = \frac{\Delta Q}{\Delta S \cdot \Delta t} \quad (2)$$

k - коефіцієнт теплопровідності, $\frac{dT}{dx}$ - градієнт температури - зміна температури вздовж напрямку потоку тепла.

У цій лабораторній роботі визначення коефіцієнта теплопровідності повітря проводиться методом нитки, що нагрівається. Вимірювання проводяться за допомогою спеціального приладу, схема якого показана на рис. 4.3. Прилад складається з двох коаксіальних скляних циліндрів (1) і (2), які закриті з торців теплоізолюючими і електроізолюючими корками (3) і (4). Через ці корки у внутрішній циліндр проведена дротяна нитка (5), яка нагрівається електричним струмом. В результаті передачі тепла в зовнішній простір температура циліндрів T_1 і T_2 - різні. При цьому мається на увазі зовнішня поверхня внутрішнього і внутрішня поверхня зовнішнього циліндра.

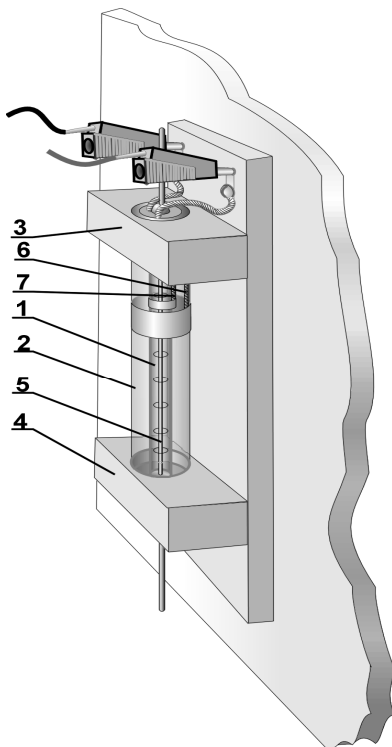


Рис. 4.3. Елемент установки для визначення коефіцієнта теплопровідності повітря.

Щоб виключити передачу тепла за рахунок конвекції циліндри розташовують вертикально, для цієї ж мети призначені корки (3) і (4). Вимірювання різниці температур проводиться диференціальною термопарою хромель-копель (7).

Для виведення розрахункової формули використовуємо рівняння Фур'є (1) і врахуємо, що передача теплоти походить не від площини до площини уздовж однієї просторової координати декартової системи координат, а від однієї циліндричної поверхні до іншої, тобто уздовж радіусу циліндрів

$$q_e = -k \frac{dT}{dr} \quad (3)$$

У приладі, який використовується в цій лабораторній роботі, перенесення теплоти за рахунок теплопровідності здійснюється між двома коаксіальними циліндрами з радіусами r_1 і r_2 і заввишки h . Температури циліндрів в сталому режимі T_1 і T_2 . Передача теплоти від внутрішнього циліндра до зовнішнього може відбуватися за рахунок трьох процесів - теплопровідності, конвекції і випромінювання. Рівняння Фур'є відноситься тільки до процесу теплопровідності, конвекція виключена прийнятими заходами - вертикальне розташування циліндрів і теплоізолюючі корки на їх торцях. Теплопередачу за рахунок випромінювання треба не враховувати, оскільки температура внутрішнього циліндра не перевищує 100°C .

Кількість теплоти Q , що стекла з циліндра r_1 в одиницю часу і що потрапила на циліндр r_2 , цілком пройде через будь-яку циліндричну поверхню радіусу r . Іншими словами, повний тепловий потік не залежить від радіусу циліндричної поверхні. Його можна визначити як добуток питомого теплового потоку при цьому значенні радіусу r на площу поверхні відповідного радіусу $S = 2\pi rh$

$$Q_T = q_e 2\pi rh \quad (4)$$

Помножимо ліву і праву частини рівняння (3) на $2\pi rh$:

$$2\pi rh q_e = -2\pi rh \cdot k \frac{dT}{dr}$$

або

$$Q_T = -2\pi rh \cdot k \frac{dT}{dr} \quad (5)$$

Це диференціальне рівняння можна розв'язати методом поділу змінних. Для цього помножимо ліву і праву частини (5) на $\frac{dr}{r}$:

$$Q_T \frac{dr}{r} = -2\pi rh \cdot k \cdot dT \quad (6)$$

У лівій частині (6) - тільки змінна r , а в правій - тільки змінна T , тому можна проінтегрувати ліву і праву частини незалежно один від одного. Межі інтегрування в лівій частині - r_1 і r_2 , а в правій - T_1 і T_2 .

$$Q_T \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = -2\pi rh \cdot k \cdot \int_{T_1}^{T_2} dT \quad (7)$$

Узявши інтеграли, отримуємо:

$$Q_T (\ln r_2 - \ln r_1) = -2\pi h \cdot k \cdot (T_2 - T_1) \quad (8)$$

Враховуючи, що

$$\ln r_2 - \ln r_1 = \ln \frac{r_2}{r_1}$$

отримуємо:

$$Q_T = 2\pi h \cdot k \cdot (T_2 - T_1) \frac{1}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \quad (9)$$

Це і є тепловий потік від першого циліндра до другого за рахунок теплопровідності. Він повинен дорівнювати тепловій потужності, яка виділяється у внутрішньому циліндрі за рахунок нагрівання дрітної нитки електричним струмом

$$Q = Q_T \quad (10)$$

або, підставляючи значення величин, що входять сюди :

$$I \cdot U = 2\pi h \cdot k \cdot (T_1 - T_2) \frac{1}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \quad (11)$$

Це рівняння повного балансу енергії. З нього знайдемо коефіцієнт теплопровідності, повітря:

$$k = \frac{I \cdot U \cdot \ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi h \cdot (T_1 - T_2)} \quad (12)$$

У цій роботі використовується диференціальна термopapa, яка вимірює різницю температур $\Delta T = T_1 - T_2$. Розрахункова формула при цьому записується у вигляді:

$$k = \frac{I \cdot U \cdot \ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi h \cdot \Delta T} \quad (13)$$

Значення I і U так само, як і ΔT , вимірюються комп'ютерною вимірювальною системою, а величини r_1 і r_2 наведені в таблиці.

Хід виконання роботи і обробка результатів

1. Розмістіть прилад для вимірювання коефіцієнта теплопровідності повітря на столі так, щоб скляні циліндри розташовувалися вертикально (рис. 4.3).

2. Під'єднайте вимірювальний блок L-мікро до роз'єму послідовного порту комп'ютера і до мережі (рис. 4.4). У перший канал вимірювального блоку через підсилювач увімкніть кабель, що закінчується двома однополюсними роз'ємами. Ці роз'єми приєднайте до клем термopари (крайні клемки). Червоний роз'єм кабелю підключіть до клемки, відміченої знаком "+". Зберіть коло нагрівача (рис. 4.4), під'єднавши його до блоку живлення через резистор опором 20 Ом, змонтований на платі блоку живлення. Блок живлення слід перемкнути на напругу 12 В.

3. Запустіть програму L-phys.exe, виберіть пункт меню «Список робіт» і в списку, що з'явиться на екрані виберіть лабораторну роботу "Вимір теплопровідності повітря".

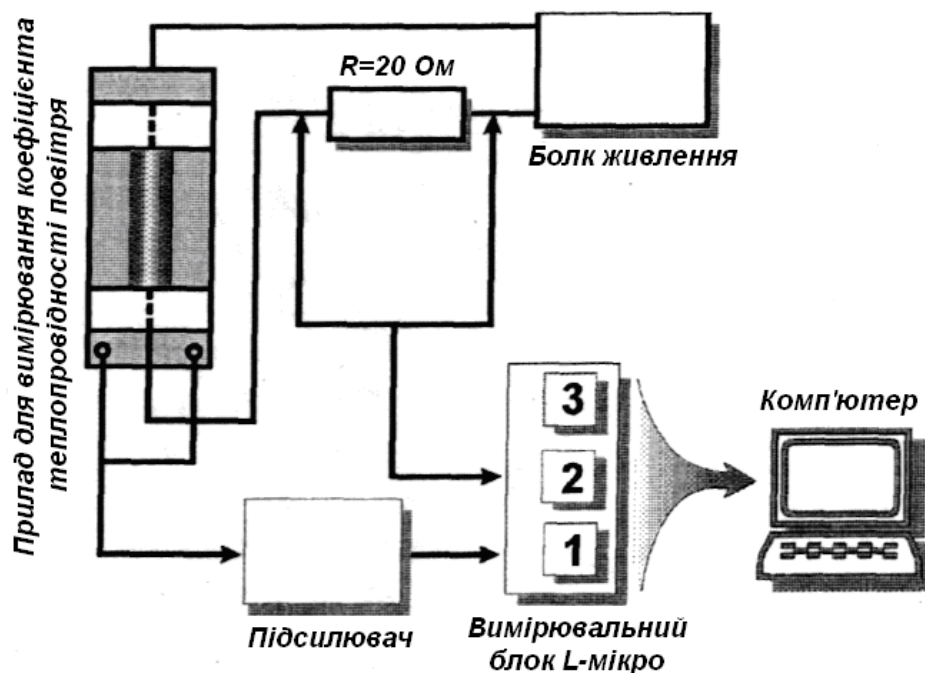


Рис. 4.4. Електрична схема з'єднання установки для визначення коефіцієнта теплопровідності повітря.

4. Включіть блок живлення в мережу і спостерігайте зростання різниці температур поверхонь циліндрів на екрані комп'ютера. Як тільки значення ΔT перестане змінюватися (досягнення стаціонарного режиму теплопередачі), можете записати різницю температур в таблицю.

5. Від'єднайте вимірювальний кабель від виводів термопар і увімкніть його в другий канал вимірювального блоку L-мікро (без підсилювача). Виміряйте за його допомогою напругу на нагрівачі і на резисторі блоку живлення, потім запишіть в таблицю отримані значення.

6. Розрахуйте силу струму в колі нагрівача на основі закону Ома для ділянки кола ($I = U_R / R$).

7. Розрахуйте значення коефіцієнта теплопровідності повітря, використовуючи параметри установки і отримані дані.

$r_1, \text{м}$	$r_2, \text{м}$	$h, \text{м}$	$R, \text{Ом}$	$\Delta T, \text{град}$	$U_R, \text{В}$	$U, \text{В}$	$I, \text{А}$	$k, \text{Вт/(м.град)}$
0,002	0,006							

Позначення, прийняті в таблиці, :

r_1 - радіус внутрішнього циліндра;

r_2 - радіус зовнішнього циліндра;

h - довжина циліндрів;

R - опір резистора, ввімкненого в ланцюг нагрівача для вимірювання струму;

ΔT - стаціонарне значення різниці температур;
 U_R - падіння напруги на резисторі R ;
 U - напруга на нагрівачі;
 I - сила струму в ланцюзі нагрівача;
 k - коефіцієнт теплопровідності.

Вказівки з техніки безпеки

1. Вмикати в мережу вимірювальний блок L-мікро можна тільки після його під'єднання до роз'єму послідовного порту комп'ютера.
2. Обережно поведіться з приладом, виготовленим на основі скляних трубок.

4.3. Визначення відношення теплоємностей газу при постійному тиску і постійному об'ємі

Мета роботи: вимірювання показника адіабати - відношення теплоємності при постійному тиску до теплоємності при постійному об'ємі.

Обладнання: посудина з герметичною пробкою, клапан, сполучені трубки, насос ручний, датчик тиску, вимірювальний блок L-мікро.

При зміні об'єму газу без теплообміну з довкіллям (адіабатичний процес) тиск p і об'єм V пов'язані рівнянням адіабати:

$$pV^\gamma = \text{const} \quad (1)$$

де $\gamma = C_p/C_v$ - відношення теплоємності газу при постійному тиску до теплоємності при постійному об'ємі. Параметр γ є істотною характеристикою газу.

У лабораторній роботі для визначення показника адіабати використовується метод Клемана-Дезорма.

Ідея методу полягає в тому, що газ, який знаходиться в посудині, примушують здійснювати ізопроцеси, у тому числі адіабатичний, вимірюють тиски газу на початку і в кінці кожного процесу, і по співвідношенню тисків визначають показник адіабати. З усього газу, що заповнює посудину, виділяють умовно невелику частину маси m , що займає об'єм V . Передбачається, що усі процеси (стискування, розширення, нагрівання або охолодження) відбуваються саме з цією частиною газу.

Припустимо, що за допомогою насоса в посудину закачано деяка кількість повітря. При цьому тиск піднявся до рівня p_1 . Якщо накачування відбувалося повільно або після накачування зроблена витримка близько 1 хвилини, то температура газу зрівняється з температурою довкілля T_0 . Порція газу масою m і займе об'єм V_1 , тобто буде стиснена іншою частиною газу. Таким чином, початковий стан цієї порції газу характеризується параметрами стану при p_1 , V_1 , T_0 (тиск, об'єм, температура). На pV -діаграмі (рис. 4.5) це стан 1.

Якщо тепер швидко випустити частину газу з посудини і знову закрити її, то тиск в посудині (і у виділеній порції газу) впаде до рівня p_2 . Порція газу,

що розглядається нами, розшириться і займає тепер об'єм V_2 . Сама кількість газу в цій порції залишається незмінною, оскільки передбачається, що з посудини витікають інші частини газу. Розширення - адіабатичне, оскільки витікання газу з посудини відбувається протягом короткого часу. Тому крива 1-2 на pV - діаграмі – це адіабата. Температура тут буде нижча початкової температури T_0 , оскільки при адіабатичному розширенні газ охолоджується. З часом температура поступово підвищуватиметься до T_0 , тиск також зростатиме оскільки посудина герметична. Це ізохоричний процес (2-3 на діаграмі) при постійному об'ємі V_2 . Після вирівнювання температури тиск стане рівним p_3 і перестане змінюватися.

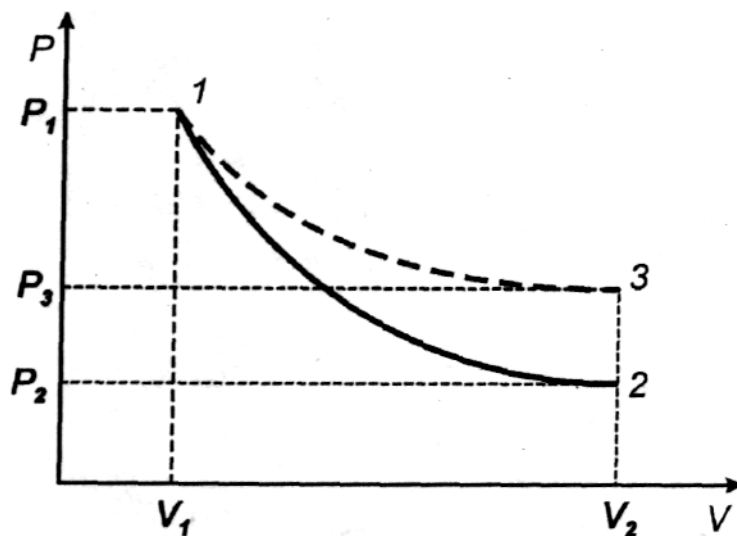


Рис. 4.5. Діаграма зміни стану газу при адіабатичному та ізохоричному процесах.

Таким чином, стан порції газу m характеризуватиметься наступними параметрами: тиск p_3 , об'єм V_2 і температура T_0 . У цей стан газ приведений двома процесами - адіабатичним (крива 1-2) та ізохоричним (відрізок 2-3). Температура в точках 1 і 3 рівна T_0 , це означає, що перехід 1-3 можна було здійснити одним ізотермічним процесом (відповідна крива показана пунктиром).

Тепер запишемо співвідношення між параметрами газу в точках 1, 2 і 3. Процес переходу з 1 в 2 - адіабатичний, тому повинна виконуватися рівність

$$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma \quad (2)$$

Точки 1 і 3 лежать на одній ізотермі, тому за законом Бойля-Маріотта справедливо:

$$p_1 V_1 = p_3 V_2 \quad (3)$$

Піднесемо рівність (3) до степеня γ і поділимо почленно результат на рівність (2). В результаті отримаємо:

$$\frac{p_1^\gamma V_1^\gamma}{p_1 V_1^\gamma} = \frac{p_3^\gamma V_2^\gamma}{p_2 V_2^\gamma}$$

Тут об'єми в лівій і правій частинах скорочуються, тому маємо:

$$\frac{p_1^\gamma}{p_1} = \frac{p_3^\gamma}{p_2} \quad (4)$$

Перетворимо (4) до виду:

$$\frac{p_1^\gamma}{p_3^\gamma} = \frac{p_1}{p_2} \text{ або } \left(\frac{p_1}{p_3} \right)^\gamma = \frac{p_1}{p_2} \quad (5)$$

Прологарифмуємо рівність (5) (у лівій частині показник степеню γ вийде за знак логарифма):

$$\gamma \cdot \ln \frac{p_1}{p_3} = \ln \frac{p_1}{p_2}$$

Звідки знайдемо показник адіабати :

$$\gamma = \frac{\ln \frac{p_1}{p_2}}{\ln \frac{p_1}{p_3}} \quad (6)$$

Ця формула є розрахунковою.

Хід роботи і обробка результатів вимірювань

1. Зберіть експериментальну установку як показано на рис. 4.6. До резервуару (1), стандартної пластикової пляшки об'ємом 1,5 л - 2 л, герметично закритою пробкою з штуцером (2), під'єднується датчик тиску (4) і насос (6), в якості якого використовується "груша" від приладу для вимірювання артеріального тиску. Для забезпечення герметичності системи під час вимірювання кран насоса (5), перекривається відразу після завершення накачування повітря. Скидання повітря відбувається через спеціальну трубку (7). Зверніть увагу, що пластмасова пляшка в досліді має бути добре висушена, бо пара води вносить похибку у вимірюванні показника адіабати для повітря.

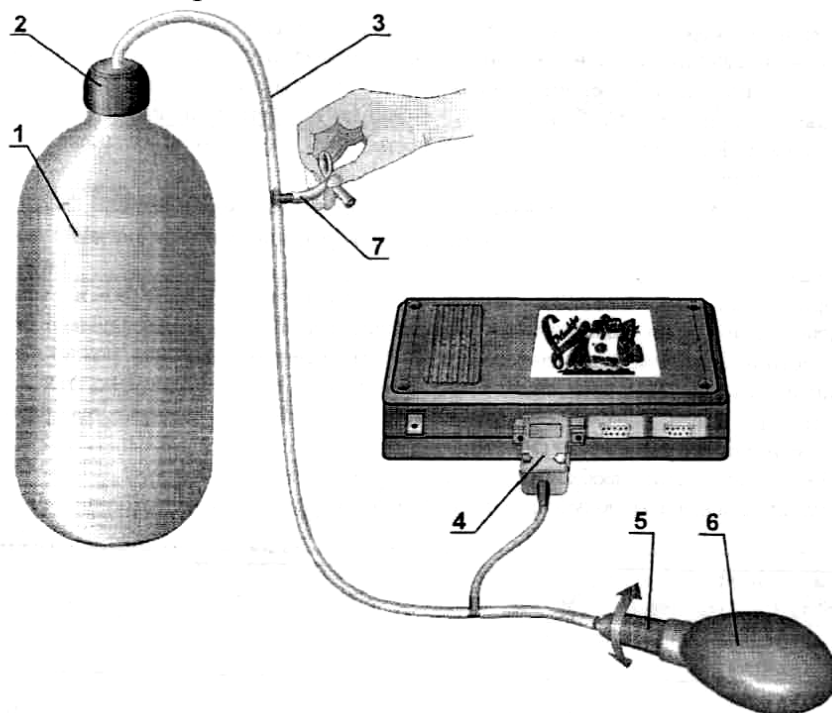


Рис. 4.6. Загальний вигляд установки для визначення C_p/C_v .

У лабораторній роботі використаний датчик тиску, що вимірює надмірний тиск і розрахований на максимальний тиск 0.5 атмосфер ($5 \cdot 10^4$ Па). Накачування слід здійснювати до тиску приблизно 0.2-0.3 атмосфер (20-30 кПа). Оскільки в розрахункову формулу входить тільки різниця тисків, при обробці результатів можна не враховувати, що датчик вимірює надмірний (в порівнянні з атмосферним), а не істинний тиск.

2. Під'єднайте вимірювальний блок L-мікро до роз'єму послідовного порту комп'ютера і до мережі (220 В, 50 Гц). Датчик тиску увімкніть в роз'єм першого каналу вимірювального блоку (рис. 4.7). Увімкніть тумблер живлення вимірювального блоку.

3. Запустіть програму L-phys.exe, виберіть пункт меню **"Список робіт"** і в списку, що з'явився на екрані, виберіть лабораторну роботу **"Визначення відношення теплоємностей газу при постійному тиску і при постійному об'ємі"**.

4. Затисніть пальцями трубку для скидання повітря як це показано на рис. 2. і накачайте повітря в резервуар до надмірного тиску p_1 приблизно 20-30 кПа, відсічіть насос від резервуару за допомогою крану. Включіть режим вимірювання. Для цього виберіть пункт меню **"Запуск"** і проконтролюйте постійність тиску в системі (наявність теплової рівноваги з довкіллям і відсутність витоків). Якщо протягом трьох хвилин тиск в резервуарі не змінюється, можна переходити до проведення вимірювання.

5. Відкрийте і швидко закрийте трубку (7), яку утримуєте пальцями. Тиск при цьому впаде до деякого рівня.

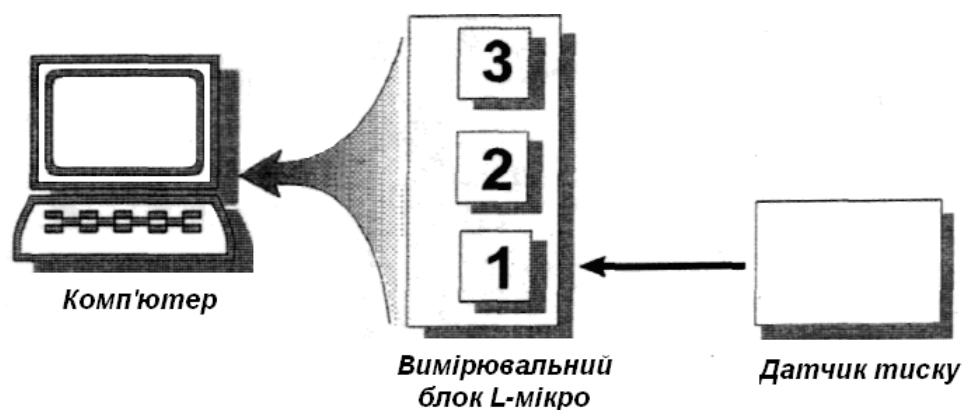


Рис. 4.7. Схема з'єднання основних елементів установки для визначення C_p/C_v .

На екрані після добре видимого скидання тиску почнеться майже горизонтальна ділянка ізохоричного росту тиску, що виникає із-за нагрівання замкнутої посудини з газом. Через час біля однієї хвилини зростання тиску припиниться і тиск стане постійним. Це буде добре видно на цифровому індикатору тиску у верхній частині екрану. Як тільки зростання тиску припиниться, необхідно зупинити запис даних. Для цього ще раз виберіть пункт меню **"Запуск"**

6. Рухаючи курсор (вертикальну лінію) по записаній кривій, випишіть у таблицю величину початкового тиску (p_1) мінімальне значення тиску (p_2) і сталий тиск (p_3).

7. Повторіть цикл вимірювань. Для цього виберіть пункт меню "**Запуск**" і виконаєте дії, описані в п.п. 5,6. Використовуйте сталий тиск p_3 з попереднього досліду як стартовий p_1 нового вимірювального циклу. Надалі виміри можна починати як із сталого тиску попереднього циклу, якщо він не занадто малий, так і знову накачуючи резервуар. Всього слід провести 8-10 вимірювань. Для завершення роботи з програмою виберіть пункт меню "**Вихід**".

8. Обробку результатів необхідно проводити за розрахунковою формулою (6). Результати обчислення показника адіапати, отримані в кожному циклі вимірювань, запишіть в таблицю 1.

Таблиця 1.

$p_1, \text{Па}$	$p_2, \text{Па}$	$p_3, \text{Па}$	γ

9. Побудуйте графік залежності значень показника адіапати від початкових значень надмірного тиску p_1 . Проведіть пряму, що якнайкраще відповідатиме експериментальним даним. Графік може мати невеликий нахил. Це пояснюється тим, що із зміною початкового тиску p_1 дещо змінюються умови адіабатичності процесу випуску газу.

Вказівки з техніки безпеки

1. Вмикати в мережу вимірювальний блок L-мікро можна тільки після його під'єднання до роз'єму послідовного порту комп'ютера.

2. Не накачувати газ в посудину до тиску більше 0.3-0.5 атмосфери (не виходити за рамки шкали на екрані комп'ютера). Це може привести до псування насоса датчика тиску, розриву з'єднань трубок.

4.4. Вимірювання в'язкості рідини методом Стокса

Мета роботи: вимірювання коефіцієнта внутрішнього тертя в рідині.

Обладнання: трубка з рідиною, оптодатчики - 2 шт, підставка, вимірювальний блок L-мікро, сталеві кульки, блок живлення, електромагніт.

Сила опору F_0 , що діє з боку рідини на тіло кулястої форми, яке повільно в ній рухається з постійною швидкістю, виражається формулою Стокса :

$$F_c = 6\pi\mu Rv, \quad (1)$$

де R - радіус тіла, v - його швидкість, а μ - динамічна в'язкість рідини.

Метод Стокса ґрунтується на застосуванні цієї формули для вивчення динамічної в'язкості рідини. При визначенні в'язкості по методу Стокса вимірюється швидкість сталого (рівномірного) падіння невеликої кульки в рідині.

На кульку, що падає у в'язкій рідині, діють три сили (див. рис. 4.8) - сила тяжіння P , спрямована вниз, виштовхувальна сила - сила Архімеда P_a , спрямована вгору, і сила опору P_o , спрямована проти руху, тобто теж вгору. Якщо опустити кульку в рідину, то вона спочатку рухатиметься прискорено, оскільки $P > F_a + F_o$.

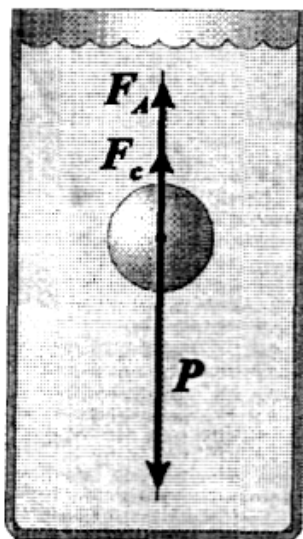


Рис. 4.8. Схема для аналізу рівномірного руху кульки в рідині під дією сили тяжіння.

Сила опору P_o ростиме згідно з формулою Стокса до тих пір, поки не наступить рівновага сил:

$$P = F_a + F_o \quad (2)$$

З цієї миті рух кульки буде рівномірним. З рівняння (2) і визначається коефіцієнт в'язкості.

Силу тяжіння знаходимо за об'ємом V і густиною ρ_m металеві кульки :

$$P = mg = \rho_m Vg = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho_m g \quad (3)$$

Силу Архімеда визначаємо за об'ємом кульки і густиною рідини ρ :

$$F_A = \rho Vg = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho g \quad (4)$$

Підставляючи в (2) вирази (1), (3) і (4), отримаємо:

$$\frac{4}{3} \pi R^3 \rho g + 6\pi\eta Rv = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho_m g \quad (5)$$

Розв'язок рівняння (5) відносно η дає розрахункову формулу:

$$\eta = \frac{2R^2 g (\rho_m - \rho)}{9v} \quad (6)$$

У лабораторній роботі безпосередньо вимірюється швидкість кульки v в рідині при рівномірному русі. Величини R , ρ_m і ρ дані в таблиці 2.

Хід роботи

1. Зберіть установку для вимірювання в'язкості як показано на рис. 4.9. Оптодатчики (1 і 2) необхідно вставити збоку у відповідні прорізи основи (3). При цьому відстань між оптичними осями датчиків складе 30 мм. Котушка електромагніту (4) закріплюється на металевому стержні (5), що

виходить з пробки, якою закрита трубка (6). При проведенні вимірювань трубка (6) вставляється в отвір основи (3).

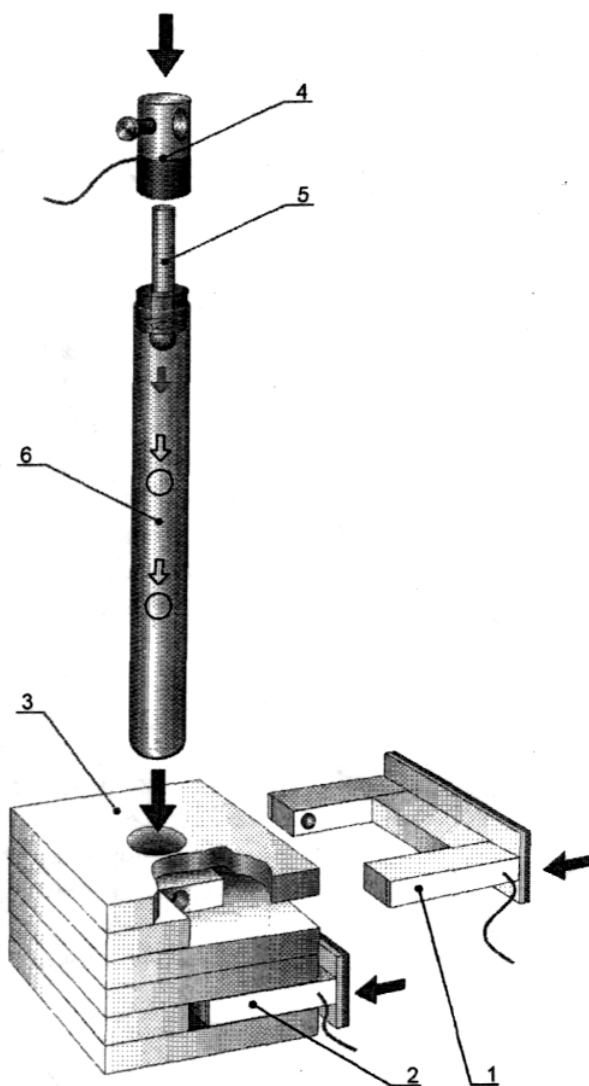


Рис. 4.9. Загальний вигляд установки для визначення в'язкості рідини методом Стокса.

2. Підключіть вимірювальний блок L-мікро до роз'єму послідовного порту комп'ютера й увімкніть його в мережу (220В, 50Гц). Дев'ятиштирьковий роз'єм кабелю електромагніту під'єднайте до третього каналу вимірювального блоку, а на два штекери цього кабелю подайте постійну напругу 6В від блоку живлення. У перший і другий канали вимірювального блоку увімкніть оптодатчики (рис. 4.10). Увімкніть вимірювальний блок L-мікро.

3. Запустіть програму L-phys.exe, виберіть пункт меню **"Список дослідів"** і в списку, що з'явиться на екрані, виберіть лабораторну роботу **"Вимірювання в'язкості рідини методом Стоксу"**

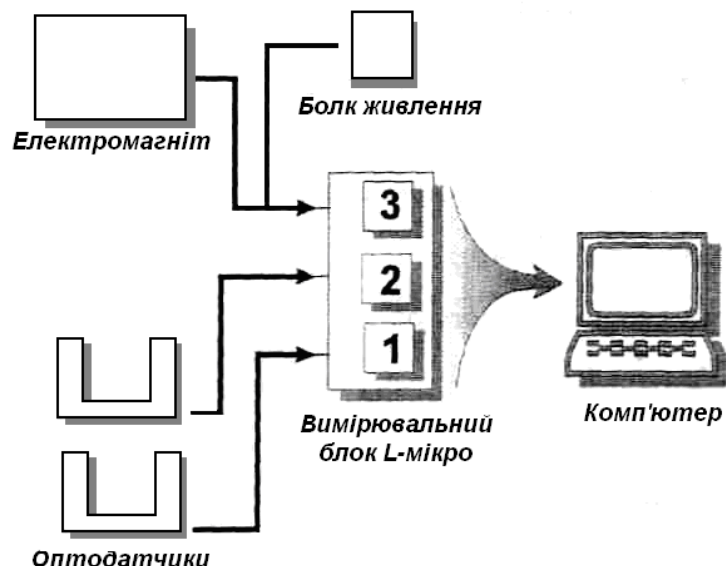


Рис. 4.10. Електричне з'єднання основних елементів установки для комп'ютерного варіанту виконання роботи з визначення в'язкості рідини методом Стокса.

4. Виберіть пункт меню "**Вимір**". При цьому буде подано напругу живлення на електромагніт, переверніть трубку з рідиною для того, щоб кулька захопилася електромагнітом. Вставте трубку назад в основу і здійсніть запуск (відключіть живлення електромагніту натисненням клавіші **Enter** на екрані), час прольоту кульки між оптичними осями датчиків з'явиться на екрані комп'ютера. Його необхідно внести в таблицю 1.

Таблиця 1.

Час руху кульки, с						t_{cp} , с

5. Проведіть дослід 5-10 разів. Іноді кулька падає не по осі циліндра з рідиною, а ближче до стінки. У цьому випадку її рух не реєструється оптодатчиками, і дослід необхідно повторити. Обчисліть середнє значення часу руху кульки між оптодатчиками t_{cp} .

За результатами, що містяться в таблиці 2 розрахуйте швидкість кульки і визначите в'язкість рідини за допомогою розрахункової формули.

Таблиця 2.

R , м	ρ , кг/м ³	P_m , кг/м ³	l , м	v_{cp} , м/с	η , кг/(м·с)
0,00255	$1,18 \cdot 10^3$	$7,8 \cdot 10^3$	0,03		

Вказівки з техніки безпеки

1. Вмикати в мережу вимірювальний блок L-мікро можна тільки після його під'єднання до роз'єму послідовного порту комп'ютера.

2. Обережно поводитися із скляною трубкою. Перевертати її необхідно на мінімальній висоті над столом.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5 ППЗ «ФІЗИКА» РОБОЧЕ МІСЦЕ УЧНЯ

Мета роботи: Ознайомитися з консоллю «Робоче місце учня» ППЗ «Фізика 9, 10, 11» «Квазар-мікро»,

Обладнання: 1. *Комп'ютер вчителя у складі:* (материнська плата (на базі чіпсета Intel); процесор типу Intel Pentium III 1100 MHz; 256 Мб ОЗП; HDD 40 Gb; відеокарта AGP 16 Мб + TVOut; відеомонітор SVGA 17" LRNI, 85 Hz, TCO-99; CD-ROM 48-speed; звукова карта 16 bit; мережна карта Ethernet card PCI 10/100; клавіатура PS/2 укр/рос/лат; маніпулятор «миша», килимок; звукові колонки, активні; стереогарнітура (головні телефони + мікрофон); корпус ATX з блоком живлення.

2. *Комп'ютер учня у складі:* материнська плата (на базі чіпсета Intel); процесор типу Intel Celeron 800 MHz; 128 Мб ОЗП; HDD 20 Gb; відеокарта SVGA 16 Мб; відеомонітор SVGA 15" LRNI, 85 Hz, TCO-95; CD-ROM 48-speed; звукова карта 16 bit; мережна карта Ethernet card PCI 10/100; клавіатура PS/2 укр/рос/лат; маніпулятор «миша», килимок; стереогарнітура (головні телефони + мікрофон); корпус мікро ATX з блоком живлення.

3. *Комплект мережного обладнання* (комутатор HUB, кабелі, конектори). Мережа Ethernet (протокол TCP/IP).

4. *Проектор*, що під'єднується до комп'ютера.

5. ППЗ «Фізика 9, 10, 11» «Квазар-мікро».

Завдання:

I. Ознайомитись з ППЗ «Фізика 9, 10, 11», «Квазар-мікро» та теоретичними відомостями.

II. Підготуватись до виконання лабораторної роботи: в зошиті заздалегідь виконати необхідні рисунки, записати перелік обладнання і основні вказівки до виконання кожного завдання.

III. Ознайомитись з консоллю «Робоче місце учня» та основними його функціями.

IV. Ознайомитись з основними режимами роботи програмного педагогічного засобу («Режим самостійної роботи», «Режим проведення уроку», «Режим роботи у комп'ютерному класі», «Режим конструктора уроків»).

V. Виконати запропоновані лабораторні роботи в модулі «Експеримент».

VI. За результати роботи записати кількісні значення, висновки та специфічні особливості.

VII. Зробити загальний висновок та дидактичну оцінку ППЗ «Фізика 9, 10, 11» «Квазар-мікро», його позитивних і негативних проявів у НВП з фізики.

Короткі теоретичні відомості.

Розроблений ППЗ призначений для забезпечення навчання фізики у загальноосвітніх навчальних закладах. ППЗ розраховано на використання як для самостійної роботи учнів, так і для колективної форми навчання, проведення поточної атестації.

ППЗ “Фізика 9, 10, 11” забезпечує роботу у наступних режимах:

- Самостійна робота учнів.
- Проведення уроку вчителем з використанням ППЗ.
- Робота учнів з ППЗ у комп’ютерному класі.
- Конструктор уроків.

В режимі самостійної роботи учнів ППЗ забезпечує:

- навігацію (переходи на наступну, попередню сторінку та на початок);
- перегляд вмісту сторінки;
- перегляд динамічних моделей, відеофрагментів, що включені до ППЗ;
- підтримку самоперевірки засвоєння матеріалу з використанням тестових запитань;
- підтримку розв’язування розрахункових задач;
- виконання інтерактивних експериментів та лабораторних робіт.

В проведення уроку ППЗ забезпечує:

- вибір розроблених та включених до ППЗ фрагментів занять;
- відтворення підготовлених фрагментів занять на екрані монітора, телевізора або проектора (за наявності відповідного апаратного забезпечення).

В режимі роботи учнів у комп’ютерному класі ППЗ забезпечує:

- завантаження вибраного викладачем фрагмента заняття з сервера мережі;
- реєстрацію учнів, що працюють з ППЗ, на сервері;
- передачу інформації про проходження учнями запропонованих викладачем елементів курсу на сервер;
- відслідковування на сервері проходження учнями запропонованих викладачем елементів курсу;
- виведення на екран та збереження статистичних даних по вибраному учню (кількість пройдених елементів, кількість вірних відповідей, кількість та характер помилок).

В режимі конструктора уроків ППЗ забезпечує:

- створення нового фрагмента заняття:
 - додавання сцени;
 - редагування сцени;
 - видалення сцени;
- редагування існуючого фрагмента заняття.

Зміст інформаційних модулів ППЗ “Фізика 9, 10, 11” розроблений відповідно до програми з фізики для середніх загальноосвітніх шкіл. У процесі розробки сценарію і архітектури ППЗ авторами враховані як змістові, так і технологічні особливості таких програмних засобів.

Структура побудови ППЗ “Фізика 9, 10, 11” дозволяє використовувати його для підтримки як індивідуальних, так і групових форм роботи учнів на уроці та в позакласній діяльності в процесі формування фундаментальних знань про явища природи, закони і закономірності перебігу фізичних процесів, формування практичних навичок розв’язування задач, умінь користуватись фізичними приладами та проводити самостійні дослідження в процесі виконання лабораторних робіт і розв’язування експериментальних задач, а також для формування політехнічних знань.

Робота з ППЗ “Фізика 9, 10, 11”

Завантаження ППЗ у режимі самостійної роботи виконується одним із наведених нижче способів:

- натиснути послідовно “Пуск/Програми/Квазар-Мікро/Фізика 9, 10, 11”;
- вибрати піктограму “Фізика 9, 10, 11” на робочому столі та двічі натиснути та відпустити ліву клавішу миші.

Завантаження ППЗ у режимі роботи у комп’ютерному класі потребує спочатку увімкнути комп’ютер вчителя, а згодом на комп’ютері вчителя завантажити консоль вчителя одним із наведених нижче способів:

- натиснути послідовно “Пуск/Програми/Квазар-Мікро/Консоль вчителя”;
- вибрати піктограму “Консоль вчителя” на робочому столі та двічі натиснути та відпустити ліву клавішу миші.

Для запуску ППЗ на комп’ютері учня необхідно завантажити робоче місце учня, для чого вибрати піктограму “Учень” на робочому столі та двічі натиснути та відпустити ліву клавішу миші.

Завантаження ППЗ у режимі проведення уроку виконується одним із наведених нижче способів:

- натиснути послідовно “Пуск/Програми/Квазар-Мікро/Проведення уроку”;
- вибрати піктограму “Проведення уроку” на робочому столі та двічі натиснути та відпустити ліву клавішу миші.

Завантаження Конструктора уроків виконується одним із наведених нижче способів:

- натиснути послідовно “Пуск/Програми/Квазар-Мікро/Конструктор уроків”;
- вибрати піктограму “Конструктор уроків” на робочому столі та двічі натиснути та відпустити ліву клавішу миші.

Навігація по елементах курсу. Головне вікно ППЗ містить список розділів курсу фізики 8 класу. Вибір розділу призводить до виведення списку модулів даного розділу.

Для вибору модуля треба перевести курсор на назву модуля, натиснути та відпустити ліву клавішу миші. Відкриється вікно роботи з модулем (рис. 5.1).

В нижній частині вікна роботи з модулем розміщений індикатор переміщення по модулю, що графічно показує в якій частині модуля знаходиться відкрита сторінка.

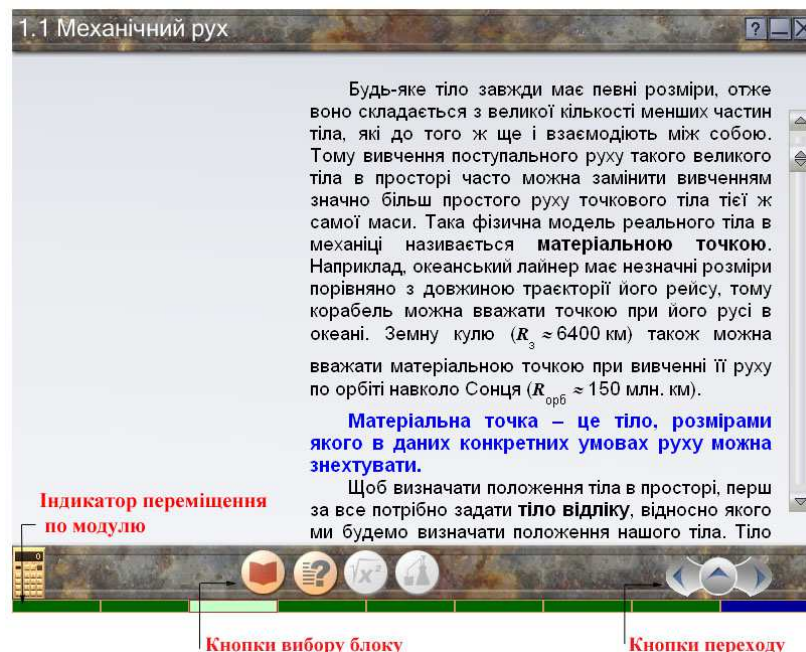


Рис. 5.1. Вікно роботи з модулем.

Вибір блоку. Кнопки вибору блоку розташовані в нижній частині вікна роботи з модулем (рис. 5.1). Перелік та функції кнопок наведено у табл. 5.1.

Зауваження. Якщо у вибраному модулі один з блоків відсутній, відповідну кнопку зображено сірим кольором.




Таблиця 5.1



Зображення кнопки	Назва кнопки	Функція кнопки
	інформаційний блок	Відкривається перше вікно (якщо є декілька) інформаційного блоку вибраного модуля.
	самоперевірка	Відкривається перше вікно (якщо є декілька) блоку самоперевірки вибраного модуля.
	розв'язування задач	Відкривається перше вікно (якщо є декілька) блоку розв'язування задач вибраного модуля.
	експеримент	Відкривається перше вікно (якщо є декілька) блоку експерименту вибраного модуля.

Перехід між сторінками блоку

Кнопки переходу розташовані у правому нижньому куті вікна роботи з модулем (рис. 5.1). Перелік та функції кнопок наведено у табл. 5.2.

Таблиця 5.2

Зображення кнопки	Назва кнопки	Функція кнопки
	До попередньої	Перехід на попередню сторінку
	До головної	Перехід до головного вікна ППЗ
	До наступної	Перехід на наступну сторінку

Натиснення кнопки  (“До наступної”) на останній сторінці блоку здійснює перехід до наступного блоку, а натиснення кнопки  (“До попередньої”) на першій сторінці блоку – перехід до попереднього блоку.

Робота з вибраним модулем. Після вибору певного модуля у головному вікні ППЗ відкривається вікно роботи з модулем.

Зауваження. За домовленістю після вибору модуля першим з’являється вікно інформаційного блоку (рис. 5.2).

Інформаційний блок вміщує текстові пояснення, зображення, відеофрагменти та інтерактивні моделі. Вікно інформаційного блоку зображено на рис. 5.2.

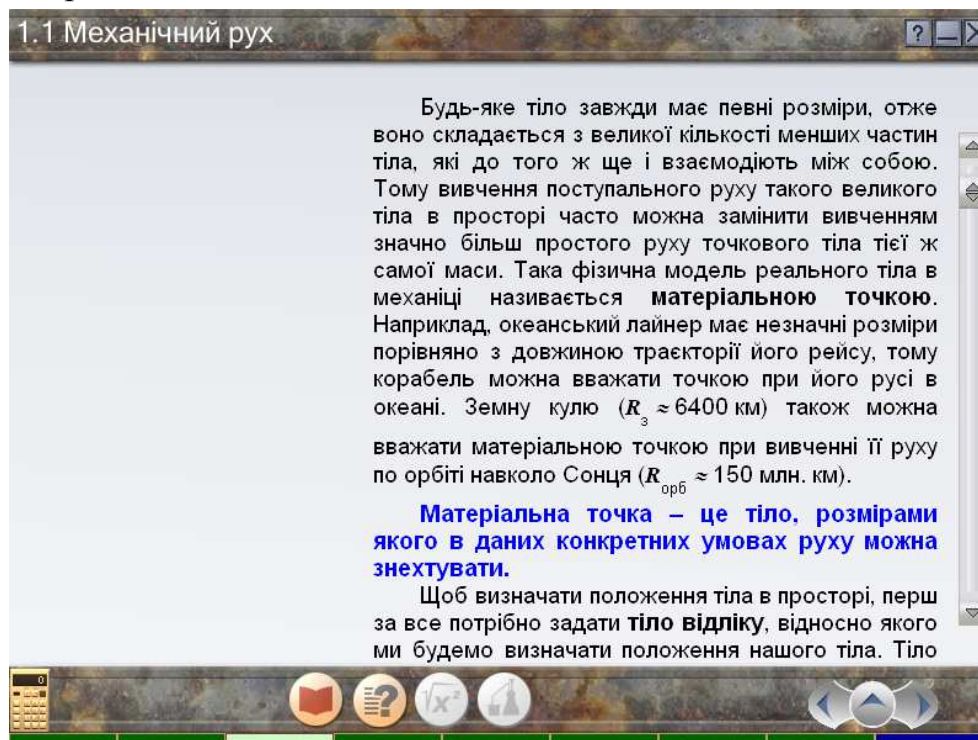





Рис. 5.2. Вікно інформаційного блоку.

Зазвичай текстові пояснення розташовані у правій половині вікна, а графічна інформація – в лівій. Якщо розмір сторінки блоку більший за розмір вікна, у правій частині вікна з'являється лінійка прокрутки.

У текстових поясненнях означення виділено синім кольором, висновки – зеленим, одиниці вимірювання – вишневим.

Посилання на додаткову інформацію виділяються синім кольором та підкресленням. Після натиснення на посиланні відкривається вікно

Посилання на зображення позначаються рисунком . Після натиснення на рисунку зображення буде показано у вікні відображення графічних елементів, для закриття якого потрібно натиснути кнопку .

Посилання на відеофрагменти та інтерактивні моделі позначаються рисунком . Після натиснення на рисунку відкривається вікно відображення графічних елементів.

Самоперевірка. Блок самоперевірки дозволяє перевірити знання учня за допомогою переліку запитань і контролю відповідей на поставлені запитання. Вікно самоперевірки зображено на рис. 5.3

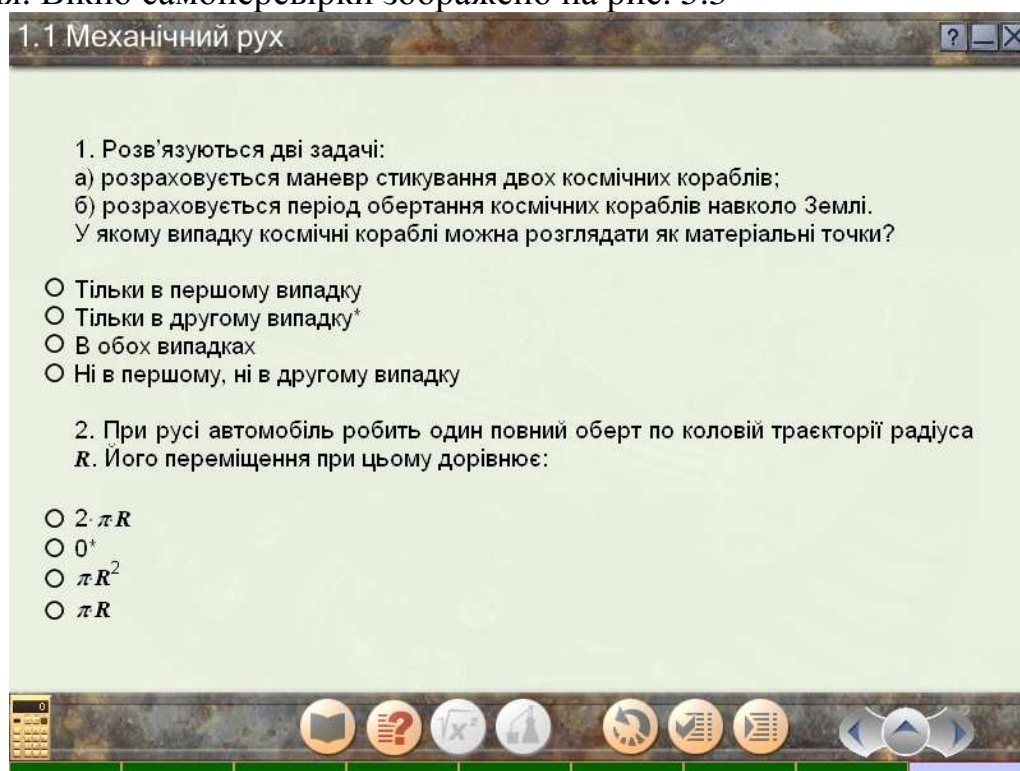








Рис. 5.3. Вікно блоку самоперевірки.

Для кожного запитання запропоновано відповідь у вигляді набору альтернатив у тестовій або графічній формі. Потрібно вибрати правильну відповідь (правильні відповіді) з-поміж запропонованих. Варіанти відповідей на запитання із одиничним вибором відповіді мають позначення , запитання із множинним вибором відповіді (можливість вибору одночасно кількох відповідей на запитання) - .

Під час роботи із блоком самоперевірки у вікні присутні додаткові три кнопки, що дозволяють контролювати процес самоперевірки. Перелік та функції кнопок наведено у табл. 5.3.

Таблиця 5.3

Зображення кнопки	Назва кнопки	Функція кнопки
	перевірити тест	Перевірка результатів тесту. Показується повідомлення, в якому вказано кількість всіх та відсоток правильних відповідей.
	вірні відповіді	Вірні відповіді на всі запитання відмічаються позначкою  .
	повторити	Всі відмітки вибору та позначки правильних відповідей знімаються, що дає можливість повторно дати відповіді на запитання.

Розв’язування задач. Вікно розв’язування задач зображено на рисунку 5.4.

Для кожної задачі вказано умову задачі, поле (поля) введення відповіді та кнопку “перевірити”.

Після розв’язання задачі відповідь потрібно ввести у поле введення та натиснути кнопку “перевірити”. Якщо дана відповідь є правильною, ліворуч від поля введення з’являється повідомлення “відповідь правильна”. Якщо введено неправильну відповідь, ліворуч від поля введення з’являється повідомлення “неправильно, спробуй ще”.

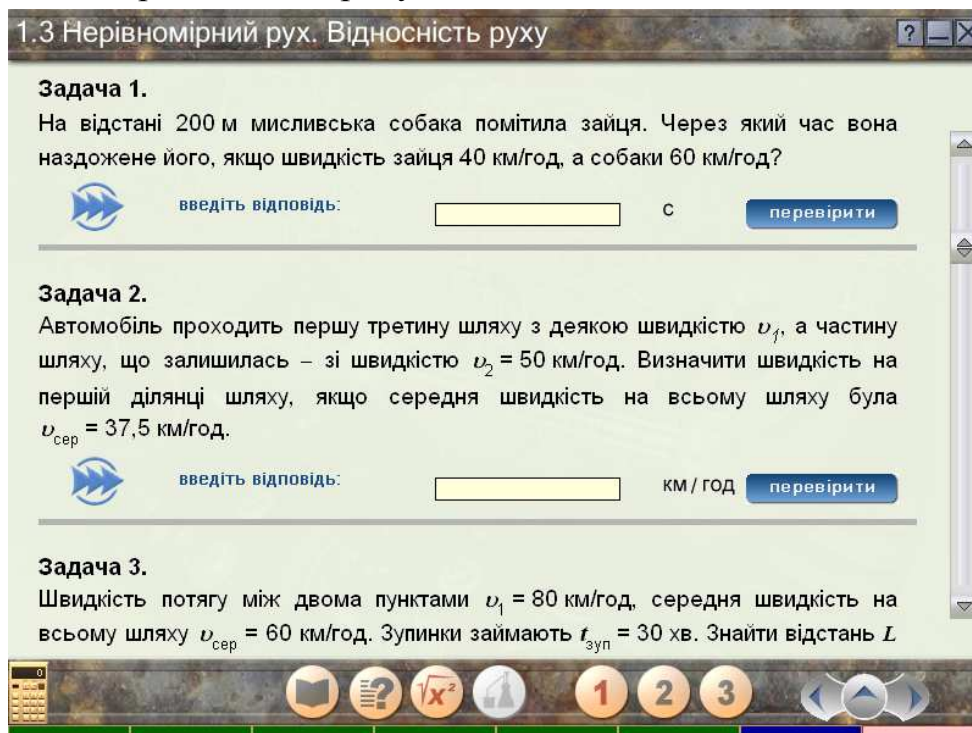


Рис.5.4. Вікно розв’язування задач.

Задачі, залежно від їх складності, поділяються на 3 рівні: початковий (позначається цифрою 1), середній (2) та достатній (3). Кнопки 1, 2 та 3, розміщені в нижній частині вікна розв'язування задач, показують рівень складності відкритих у вікні задач (кнопка, що відповідає рівню складності, має надпис червоного кольору) і дозволяють змінити рівень складності натисненням кнопки з позначенням іншого рівня. При переході до розв'язку задач наступного модуля будуть показані задачі із рівнем складності, що був обраний в попередньому модулі.

Експеримент. Блок експерименту призначений для виконання віртуальних лабораторних робіт. У вікні блоку експерименту (рис. 5.5) описано мету роботи, прилади та матеріали, хід лабораторної роботи.

Лабораторна робота №4
„Вивчення руху тіла, кинутого горизонтально”

Мета: виміряти початкову швидкість, надану тілу в горизонтальному напрямі, під час його руху під дією сили тяжіння.

Обладнання: лінійка з міліметровими поділками; штатив з муфтою та лапкою; лоток для пускання кульок; фанерна дошка; кулька; папір; кнопки; копіювальний папір.

Хід роботи

1. За допомогою штатива закріпіть фанерну дошку вертикально. При цьому тією самою лапкою затисніть виступ лотка. Загнутий кінець лотка повинен бути горизонтально (мал. 1).
2. Прикріпіть до фанери аркуш паперу шириною понад 20 см і біля основи установки на смужку білого паперу покладіть копіювальний папір.
3. Повторіть дослід п'ять разів, пускаючи кульку з того самого місця лотка; приберіть копіювальний папір.
4. Виміряйте висоту h і дальність польоту l . Результати запишіть у таблицю:



Номер досліду	h	l	l_c	V_{0c}

Рис. 5.5. Подання мети, обладнання та виконання віртуальної лабораторної роботи.












Щоб розпочати виконання віртуальної лабораторної роботи, потрібно натиснути на надпис “**Виконати**”, що розташований після ходу роботи. Відкриється вікно віртуальної лабораторної роботи, що зображене на рис. 5.6.



Рис 5.6. Віртуальна лабораторна робота.

Відповідно до ходу виконання віртуальної лабораторної роботи, що описаний у нижній частині вікна, треба маніпулювати інтерактивними елементами вікна віртуальної лабораторної роботи (ці елементи реагують на перетягування мишею). Після виконання всіх дій, описаних в нижній частині вікна, потрібно натиснути кнопку  для переходу до виконання наступного етапу віртуальної лабораторної роботи. Після завершення виконання роботи натисніть кнопку  для закриття вікна віртуальної лабораторної роботи.

Таблиця 5.4

Зображення кнопки	Функція кнопки
	Наближення зображення у вікні
	Віддалення зображення у вікні
	Переміщення зображення у вікні ліворуч
	Переміщення зображення у вікні праворуч
	Переміщення зображення у вікні вгору
	Переміщення зображення у вікні вниз
	Переміщення між рядками опису ходу віртуальної лабораторної роботи, якщо їх більше, ніж два
	Перехід до виконання наступного етапу віртуальної лабораторної роботи
	Виконання віртуальної лабораторної роботи з початку
	Згортання вікна віртуальної лабораторної роботи (вікно зображується у панелі задач ОС Windows)
	Закриття вікна віртуальної лабораторної роботи



Робота з вікном відображення графічних елементів

Вікно відображення графічних елементів призначене для перегляду зображень, відеофрагментів, інтерактивних моделей і зображено на рис 5.7. Відображення відео починається відразу після відкриття вікна.











Рис. 5.7. Вікно відображення графічних елементів.


Перелік та функції кнопок, розміщених у вікні відображення графічних елементів, наведено в табл. 5.5.

Під час перегляду зображень та інтерактивних моделей у вікні залишаються тільки кнопки  (відкрити на весь екран) та  (закрити).

Таблиця 5.5

Зображення кнопки	Назва кнопки	Функція кнопки
	До початку	Перехід до початку відеофрагмента
	Попередній кадр	Перехід до попереднього кадру відеофрагмента
	Програвати	Запуск програвання
	Зупинити	Зупинка програвання
	Наступний кадр	Перехід до наступного кадру відеофрагмента
	Повторити	Включає/виключає режим неперервного програвання відеофрагмента
	Відкрити вікно на весь екран	Для розкриття вікна на весь екран. Для повернення до звичайних розмірів вікна - натиснути кнопку "Enter" на основній частині клавіатури або ліву клавішу миші.
	Закрити	Закриття вікна відображення графічних елементів

Робота з довідкою

Для початку роботи з довідкою потрібно натиснути кнопку  у правому верхньому куті головного вікна ППЗ чи вікна роботи з модулем (рис. 5.1). Відкриється вікно довідки, що зображено на рис. 5.8

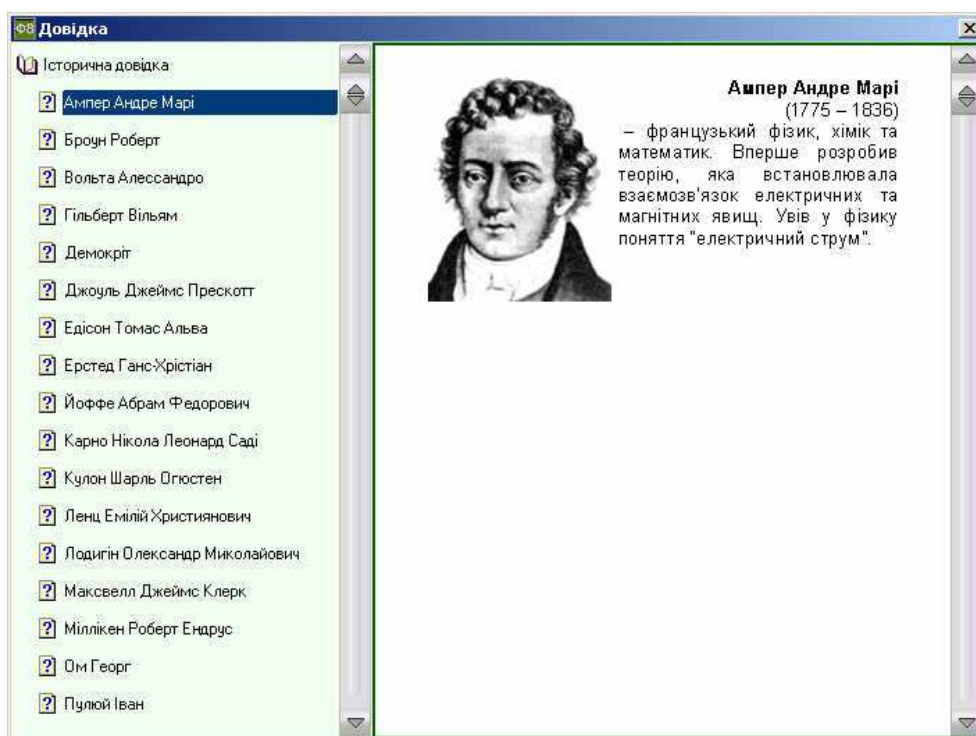



Рис.5.8. Вікно довідки.

Вся інформація, включена в довідку, поділена на розділи та підрозділи. Щоб отримати необхідну інформацію, потрібно вибрати послідовно розділ та підрозділ із ієрархічного списку у лівій частині вікна. Довідкові дані будуть показані в правій частині вікна довідки.

Кнопка , яка розташована у верхньому правому куті вікна довідки, закриває це вікно.

Приклади інструкцій до лабораторних робіт запропонованих в курсі ППЗ

Лабораторна робота № 5.1

„Градуювання пружини і вимірювання сил динамометром”

Мета роботи: навчитись градувати пружину і виготовляти шкалу із заданою ціною поділки та за її допомогою вимірювати сили.

Прилади і матеріали: динамометр лабораторний з неградуєваною шкалою; набір тягарців з механіки масою 102 г (не менше чотирьох); штатив універсальний з муфтами, лапкою і кільцем; паперова смужка.

Хід роботи

1. Прикріпити до динамометра у місці нанесення шкали паперову смужку.
2. Затиснути динамометр в лапку штатива у вертикальному положенні.
3. Підвісити до гачка динамометра спочатку один тягарець (рухомі частини динамометра не повинні торкатись його основи) і нанести олівцем горизонтальний штрих проти стрілки (показника значення величини сили).
4. Послідовно прикріплювати до першого тягарця другий тягарець, третій, четвертий, відмічаючи на папері значення розтягу пружини, починаючи від нульового положення показника і, відповідно, штрихів, позначених числами 0, 1, 2, 3, 4. (Всі відстані між штрихами мають бути розташовані на однаковій відстані.)
5. Коли динамометр проградуєвано, зважити ним який-небудь предмет, наприклад, кільце від штатива разом з муфтою.
6. Після зважування, зняти виготовлену паперову шкалу і порівняти її з шкалою, яка нанесена на динамометр на заводі при його виготовленні.
7. Зважити кільце від штатива з муфтою вдруге, скориставшись для визначення ваги тіл заводською шкалою.
8. Зробити висновки щодо точності визначення ваги з допомогою самостійно виготовленої шкали і заводської.

Лабораторна робота № 5.2 **„З’ясування умов рівноваги важеля”**

Мета роботи: експериментально перевірити умову рівноваги важелів.

Прилади і матеріали: важіль на штативі; набір тягарців; динамометр.

Хід роботи

Основна частина:

1. Зрівноважити важіль, обертаючи гайки на його кінцях так, щоб він розташувався горизонтально.
2. До ближчої (від центра закріплення важеля) сережки справа прикріпити два тягарці ($F_1=2$ Н) і розмістити їх на відстані 15 см від центра закріплення важеля, користуючись шкалою довжини (плече $l_1=15$ см). До ближчої (від центра закріплення важеля) сережки зліва прикріпити три тягарці ($F_2=3$ Н). Рухаючи тягарці F_2 , знайти точку рівноваги важеля. По шкалі встановити довжину плеча дії сили F_2 . Дані вимірювань занести до **таблиці 1**.
3. Дослід повторити для іншого значення сил. До ближчої (від центра закріплення важеля) сережки справа прикріпити три тягарці ($F_1=1$ Н) і розмістити їх на відстані 15 см від центра закріплення важеля.
4. До ближчої (від центра закріплення важеля) сережки зліва прикріпити один тягарець ($F_2=3$ Н). Рухаючи її, знайти точку на лівому плечі важеля, коли він встановиться у рівновазі. По шкалі встановити довжину плеча дії сили F_2 . Дані вимірювань занести до таблиці.

Таблиця 5.2.1

Важіль першого роду.

№ п.п.	Напрямок дії сили		Плечі сил		Відношення сил і плечей	
	F_1 , Н	F_2 , Н	l_1 , см	l_2 , см	$\frac{F_1}{F_2}$	$\frac{l_2}{l_1}$
1						
2						

Додаткове завдання:

1. До ближчої (від центра закріплення важеля) сережки справа прикріпити три тягарці ($F_1=3$ Н) і розмістити їх на відстані 20 см від центра закріплення важеля, користуючись шкалою довжини (плече $l_1=20$ см).

2. До другої сережки справа (від центра закріплення важеля) прикріпити динамометр і розмістити його на відстані 25 см (плече $l_2=25$ см) так, щоб сила пружності динамометра протидіяла силі F_1 . Утримуючи важіль в вертикальному положенні з допомогою динамометра, зняти його покази F_2 . Дані вимірювань занести до таблиці.

3. Дослід повторити для іншого значення сил і плечей. До дальшої (від центра закріплення важеля) сережки справа прикріпити два тягарці ($F_1=2$ Н) і розмістити їх на відстані 15 см від центра закріплення важеля, користуючись шкалою довжини (плече $l_1=15$ см). До першої сережки справа (від центра закріплення важеля) прикріпити динамометр і розмістити його на відстані 10 см (плече $l_2=10$ см) так, щоб сила пружності динамометра протидіяла силі F_1 . Утримуючи важіль в вертикальному положенні з допомогою динамометра, зняти його покази F_2 . Дані вимірювань занести до таблиці.

Таблиця 5.2.2

Важіль другого роду

№ п.п.	Напрямок дії сили		Плечі сил		Відношення сил і плечей	
	F_1 , Н	F_2 , Н	l_1 , см	l_2 , см	$\frac{F_1}{F_2}$	$\frac{l_2}{l_1}$
1						
2						

Лабораторна робота № 5.3 „Визначення коефіцієнта тертя ковзання”

Мета: визначити коефіцієнт тертя ковзання μ дерева по дереву; за даними досліду побудувати графік залежності сили тертя $F_{\text{тер}}$ від сили тиску бруска на поверхню, по якій він рухається.

Обладнання: динамометр; дерев'яний брусок; дерев'яна лінійка; набір тягарців по 0,1 кг.

Хід роботи

1. Покладіть брусок масою 0,1 кг на горизонтально розміщену лінійку. На брусок поставте один тягарець.
2. Прикріпіть до бруска динамометр і рівномірно тягніть його вздовж лінійки. Запишіть при цьому покази динамометра – значення сили $F_{\text{тер}}$.
3. Визначите масу бруска з тягарцем і знайдіть силу нормального тиску N на лінійку.
4. До першого тягарця додайте другий, третій та виміряйте силу тертя. Результати запишіть у таблицю:

Таблиця 5.3.1

Номер досліджу	$F_{\text{тер}}$	$\varepsilon_{F_{\text{тер}}}$	N	ε_N	μ	ε_μ	$\Delta\mu$	μ_c	$\Delta\mu_c$	$\mu=\mu_c\pm\Delta\mu_c$
1.										
2.										
3.										

5. Визначить середнє значення коефіцієнту тертя μ_c .
6. Обчисліть відносну похибку вимірювання коефіцієнта тертя

$$\varepsilon_\mu = \varepsilon_{F_T} + \varepsilon_p = \frac{\Delta F_{\text{ТЕР}}}{F_{\text{ТЕР}}} + \frac{\Delta N}{N}.$$
7. Знайдіть абсолютну похибку $\Delta\mu=\varepsilon_\mu\mu$ в кожному досліді, обчисліть її середнє значення $\Delta\mu_c$ і запишіть відповідь у вигляді: $\mu=\mu_c\pm\Delta\mu_c$.
8. За результатами вимірювань побудуйте графік залежності сили тертя від сили нормального тиску.
9. За результатами дослідів зробіть висновок.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

ППЗ «ФІЗИКА» РОБОЧЕ МІСЦЕ ВЧИТЕЛЯ

Мета роботи: Ознайомитися з консоллю «Робоче місце вчителя» ППЗ “Фізика 9, 10, 11” «Квазар-мікро», основними функціями інтерактивної дошки Poly Vision Webster та за її допомогою продемонструвати створений фрагмент уроку.

Обладнання: 1. *Комп’ютер вчителя у складі:* (материнська плата (на базі чіпсета Intel); процесор типу Intel Pentium III 1100 MHz; 256 Мб ОЗП; HDD 40 Gb; відеокарта AGP 16 Мб + TVOut; відеомонітор SVGA 17” LRNI, 85 Hz, TCO-99; CD-ROM 48-speed; звукова карта 16 bit; мережна карта Ethernet card PCI 10/100; клавіатура PS/2 укр/рос/лат; маніпулятор «миша», килимок; звукові колонки, активні; стереогарнітура (головні телефони + мікрофон); корпус ATX з блоком живлення.

2. *Комп’ютер учня у складі:* материнська плата (на базі чіпсета Intel); процесор типу Intel Celeron 800 MHz; 128 Мб ОЗП; HDD 20 Gb; відеокарта SVGA 16 Мб; відеомонітор SVGA 15” LRNI, 85 Hz, TCO-95; CD-ROM 48-speed; звукова карта 16 bit; мережна карта Ethernet card PCI 10/100; клавіатура PS/2 укр/рос/лат; маніпулятор «миша», килимок; стереогарнітура (головні телефони + мікрофон); корпус мікро ATX з блоком живлення.

3. *Комплект мережного обладнання* (комутатор HUB, кабелі, конектори). Мережа Ethernet (протокол TCP/IP).

4. *Проектор*, що підключається до комп’ютера.

5. ППЗ “Фізика 9, 10, 11” «Квазар-мікро».

6. Інтерактивна дошка Poly Vision Webster.

Завдання:

I. Ознайомитись з ППЗ “Фізика 9, 10, 11” «Квазар-мікро» та теоретичними відомостями.

II. Підготуватись до виконання лабораторної роботи: в зошиті заздалегідь виконати необхідні рисунки, записати перелік обладнання і основні вказівки до виконання кожного завдання.

III. Ознайомитись з консоллю «Робоче місце вчителя» та основними його функціями.

IV. Ознайомитись з основними режимами роботи програмного педагогічного засобу («Режим самостійної роботи», «Режим проведення уроку», «Режим роботи у комп’ютерному класі», «Режим конструктора уроків»).

V. Розробити в режимі «Конструктора уроків» запропонований фрагмент уроку.

VI. Ознайомитись з основними функціями інтерактивної дошки Poly Vision Webster та за її допомогою продемонструвати створений фрагмент уроку.

VII. Зробити загальний висновок та дидактичну оцінку ППЗ “Фізика 9, 10, 11” «Квазар-мікро», його позитивних і негативних проявів у навчально-виховному процесі з фізики.

Короткі теоретичні відомості.

Розроблений ППЗ призначений для забезпечення навчання фізики у загальноосвітніх навчальних закладах. ППЗ розраховано на використання як для самостійної роботи учнів, так і для колективної форми навчання, проведення поточної атестації.

ППЗ “Фізика 9, 10, 11” забезпечує роботу у наступних режимах:

- самостійна робота учнів;
- проведення уроку вчителем з використанням ППЗ;
- робота учнів з ППЗ у комп’ютерному класі;
- конструктор уроків.

В режимі самостійної роботи учнів ППЗ забезпечує:

- навігацію (переходи на наступну, попередню сторінку та на початок);
- перегляд вмісту сторінки;
- перегляд динамічних моделей, відеофрагментів, що включені до ППЗ;
- підтримку самоперевірки засвоєння матеріалу з використанням тестових запитань;

–підтримку розв’язування розрахункових задач;

–виконання інтерактивних експериментів та лабораторних робіт.

У проведенні уроку ППЗ забезпечує:

- вибір розроблених та включених до ППЗ фрагментів занять;
- відтворення підготовлених фрагментів занять на екрані монітора, телевізора або проектора (за наявності відповідного апаратного забезпечення).

В режимі роботи учнів у комп’ютерному класі ППЗ забезпечує:

–завантаження вибраного викладачем фрагмента заняття з сервера мережі;

–реєстрацію учнів, що працюють з ППЗ, на сервері;

–передачу інформації про проходження учнями запропонованих викладачем елементів курсу на сервер;

–відслідковування на сервері проходження учнями запропонованих викладачем елементів курсу;

–виведення на екран та збереження статистичних даних по вибраному учню (кількість пройдених елементів, кількість вірних відповідей, кількість та характер помилок).

В режимі конструктора уроків ППЗ забезпечує:

–створення нового фрагмента заняття:

- додавання сцени;
- редагування сцени;

- видалення сцени;
- редагування існуючого фрагмента заняття.

Режим роботи у комп'ютерному класі

Загальні відомості. Під час роботи у комп'ютерному класі вчитель працює з Консоллю вчителя, а кожен з учнів – з Робочим місцем учня.


У режимі роботи у комп'ютерному класі ППЗ забезпечує:

- Вибір вчителем фрагмента заняття зі списку та призначення його учням.
- Задання параметрів перегляду учнями фрагмента заняття (рівня складності, навігації, випадкового вибору завдання).
- Реєстрацію учнів зі своїх робочих місць.
- Відстеження вчителем проходження учнями запропонованого фрагмента заняття.
- Перегляд та збереження результатів роботи учнів учителем.


Початок роботи. Старт ППЗ полягає в запуску ППЗ у режимі роботи у комп'ютерному класі. Після завантаження Консолі вчителя з'являється головне вікно Консолі вчителя, а після завантаження Робочого місця учня – вікно входу Робочого місця учня.


Призначення фрагмента заняття учням. Для призначення вчителем фрагмента заняття для перегляду його учнями необхідно виконати наступні дії:

1. Вибрати фрагмент заняття у ієрархічному списку фрагментів у головному вікні Консолі вчителя, задати параметри перегляду фрагмента заняття;

2. Натиснути на кнопку .

Задання параметрів перегляду учнями фрагмента заняття передбачає встановлення рівня складності матеріалу, типу навігації між сторінками фрагмента, випадкового вибору завдання.

Кнопка  фіксує вибраний фрагмент заняття та переводить Консоль вчителя до режиму очікування реєстрації учнів. Відкриється робоче вікно Консолі вчителя.

Зауваження: учні можуть розпочати реєстрацію на своїх робочих місцях лише після того, як вчитель вибрав фрагмент заняття і натиснув кнопку  в головному вікні Консолі вчителя (рис. 6.1).

Реєстрація учнів та перегляд ними фрагмента заняття. Для початку роботи у комп'ютерному класі та перегляду фрагмента заняття, призначеного вчителем, учневі потрібно зареєструватися у вікні входу Робочого місця учня, тобто ввести своє прізвище та ім'я і натиснути кнопку “вхід”. Відкриється вікно із повідомленням “Підключення користувача”.

Після того як вчитель дозволить учневі розпочати перегляд призначеного фрагмента заняття (натисне кнопку “Почати” в рядку учня чи

натисне кнопку “Почати всім” в робочому вікні Консолі вчителя, учень може почати перегляд фрагмента заняття.


Відстеження роботи учнів та опрацювання результатів. Робоче вікно Консолі вчителя, дозволяє відстежувати проходження учнями запропонованого фрагмента заняття.

Для перегляду результатів роботи учня потрібно натиснути кнопку “Результати” у робочому вікні Консолі вчителя. Відкриється вікно результатів роботи учня.

Для збереження результатів роботи учня для подальшого аналізу вчителем потрібно натиснути кнопку “Зберегти всі результати” у робочому вікні Консолі вчителя для збереження результатів роботи всіх учнів або кнопку “Зберегти” у вікні результатів роботи учня для збереження результатів роботи учня, прізвище та ім'я котрого міститься у верхній частині вікна. Всі результати зберігаються на диску в каталозі \common\results каталогу, куди було встановлено ППЗ (за угодою це каталог “\Program Files\Kvazar-Micro” на диску, де встановлено операційну систему).

Головне вікно Консолі вчителя. Головне вікно Консолі вчителя зображено на рис. 6.1.

Склад головного вікна:

- ієрархічний список фрагментів;
- кнопки довідки, згортання вікна та виходу з ППЗ;
- радіокнопки вибору рівня складності;
- радіокнопки вибору можливостей переходу;
- поле “Випадковий вибір завдання”;
- поле введення кількості сторінок;
- кнопка початку роботи .

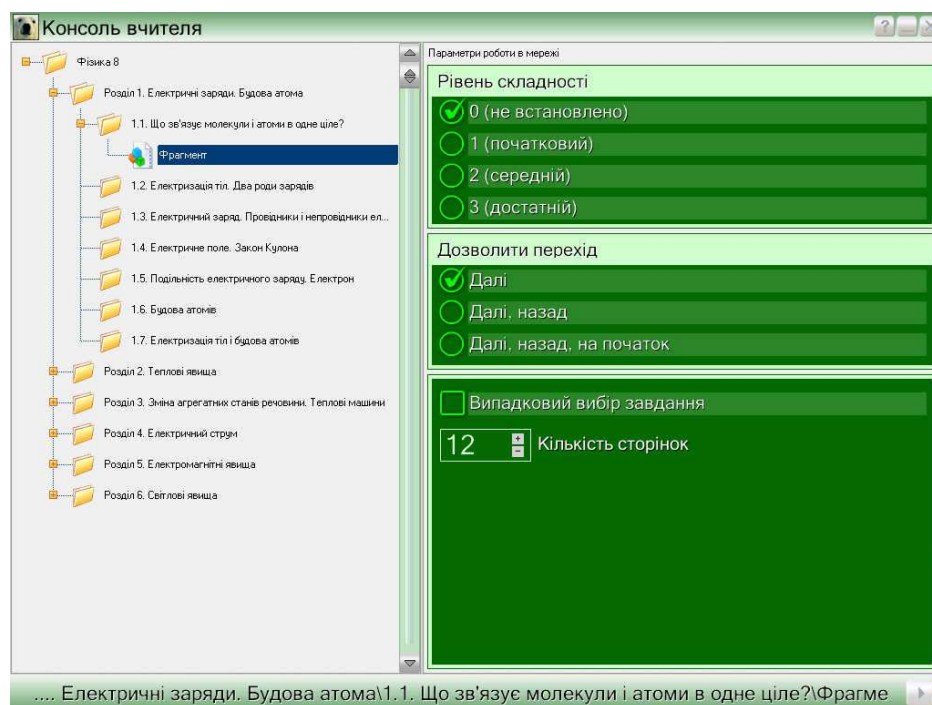




Рис. 6.1. Вікно «Консоль вчителя»

Ієрархічний список фрагментів має 4 рівні: назва курсу, розділи, модулі та готові фрагменти для проведення занять. Цей список призначений для вибору вчителем фрагмента занять, який транслюється учням під час роботи у комп'ютерному класі. Назва вибраного фрагмента відображається у нижній частині вікна.

Кнопка початку роботи  фіксує вибраний фрагмент заняття та переводить Консоль вчителя до режиму очікування реєстрації учнів. З'являється робоче вікно Консолі вчителя.

Якщо фрагмент зі списку фрагментів не вибрано, то кнопка  не доступна (кнопку не можливо натиснути).

Розміщення, вигляд, функції кнопок довідки, згортання вікна та виходу з ППЗ не відрізняються від режиму самостійної роботи.

Вибір рівня складності. Радіокнопки вибору рівня складності призначені для встановлення рівня складності матеріалу за угодою. Значення рівня складності – 0, 1, 2 або 3. Значення 0 означає відсутність контролю рівня складності. Встановлення рівня складності від 1 до 3 призводить до того, що учням буде показано тільки ті сторінки вибраного фрагмента заняття, для яких встановлено відповідний рівень складності.

Вибір можливостей переходу. Радіокнопки вибору можливостей переходу (“Далі”, “Назад”, “На початок”) дозволяють обмежити можливості переходу учнів по сторінках запропонованого фрагмента заняття.

Можливі комбінації кнопок:

–“Далі” – дозволено перехід тільки на наступну сторінку без повернення;



–“Далі” та “Назад” – дозволено перехід на наступну або попередню сторінку;

–“Далі”, “Назад” та “На початок” – дозволено перехід на наступну, попередню сторінку, а також до першої сторінки фрагмента заняття.

За угодою увімкнено тільки кнопку вибору “Далі”.

Випадковий вибір завдання. Встановлення відмітки у полі “Випадковий вибір завдання” дозволяє задати режим випадкового вибору заданої кількості сторінок із запропонованого учням фрагмента заняття. Це може знадобитись, наприклад, для проведення поточної атестації, коли учні, які сидять поруч, будуть бачити різні набори запитань.

Після встановлення режиму випадкового вибору завдання потрібно вказати кількість сторінок, яку треба вибрати з запропонованого фрагмента заняття. Початкове значення кількості сторінок - 12.

Для зміни кількості сторінок натисніть кнопку , щоб збільшити величину на одиницю, кнопку , щоб зменшити на одиницю.

Зауваження: щоб змінювати кількість сторінок фрагмента заняття, треба поставити відмітку в полі “Випадковий вибір завдання”.

Під час роботи учню буде показано фрагмент, що містить вказану кількість випадково вибраних сторінок.

Робоче вікно Консолі вчителя. Робоче вікно Консолі вчителя під час реєстрації учнів зображено на рис. 6.2.

Склад робочого вікна:

- рядки учнів;
- кнопки “Почати роботу всім”, “Зберегти всі результати”, “Закінчити роботу всім”;

- кнопка повернення до головного вікна Консолі вчителя ;

- кнопки довідки, згортання вікна та виходу з ППЗ.

Розміщення, вигляд, функції кнопок довідки, згортання вікна та виходу з ППЗ не відрізняються від режиму самотійної роботи.

Коли жоден з учнів не зареєстрований, рядки учнів відсутні. Як тільки учень зареєструвався, з’являється рядок, в якому вказано прізвище та ім’я учня. Рядки учнів розташовуються в порядку їх реєстрації.

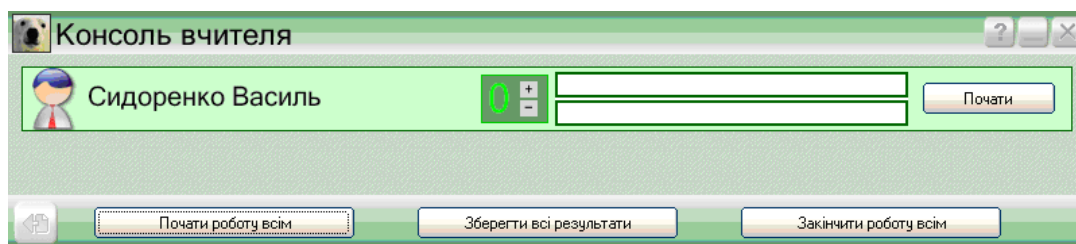




Рис. 6.2. Робоче вікно консолі вчителя.

Рядок учня включає (зліва направо):

- індикатор стану роботи учня;
- надпис з прізвищем та ім’ям учня;
- кнопки для вибору рівня складності завдання для учня;
- лінійки просування роботи учня та відсотку помилок;
- кнопку “Почати”.

Індикатор стану роботи учня (фігурка чоловічка) вказує, чи очікує учень початку роботи (білий колір), чи працює учень (зелений колір), чи завершив учень роботу (синій колір), чи перервано роботу учня (червоний колір).

Вибір рівня складності дозволяє задати індивідуальний рівень складності завдання для вибраного учня. Для зміни рівня складності натисніть кнопку , щоб збільшити величину на одиницю, кнопку , щоб зменшити на одиницю. За угодою для всіх учнів встановлюється рівень складності, вибраний у головному вікні консолі вчителя.

Лінійка просування роботи учня (верхня лінійка, зелений колір) вказує, яку частину завдання (кількість сторінок) по відношенню до загальної кількості сторінок пройшов учень.

Лінійка відсотку помилок (нижня лінійка, червоний колір) вказує, який відсоток відповідей учня на запитання, запропоновані у фрагменті заняття, є помилковими.

Кнопка “Почати” дозволяє почати роботу даного учня. Після початку роботи ця кнопка змінює текст “Почати роботу” на “Результати” і дозволяє переглянути результати роботи учня. Якщо натиснути на кнопку “Результати”, з’являється вікно результатів роботи учня.

Кнопки початку роботи, збереження результатів, закінчення роботи всіх учнів

Кнопка “Почати роботу всім” починає роботу всіх зареєстрованих учнів. Учні на своїх комп’ютерах бачать першу сторінку призначеного вчителем фрагмента заняття.

Кнопка “Зберегти всі результати” зберігає результати роботи всіх учнів для їх подальшого перегляду вчителем на диску в каталозі \common\results каталогу, куди було встановлено ППЗ (за угодою це каталог “\Program Files\Kvazar-Micro” на диску, де встановлено операційну систему).

Кнопка “Закінчити роботу всім” завершує роботу всіх учнів незалежно від того, чи виконали вони завдання повністю. Після завершення роботи можливе збереження результатів.

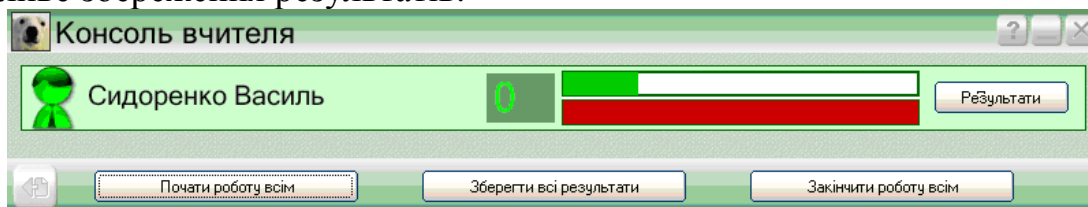


Рис. 6.3. Робоче вікно консолі вчителя (хід виконання учнем тестового завдання).

Вікно результатів роботи учня (рис. 6.4) дозволяє переглянути статистику роботи вибраного учня. До статистики включено:

- прізвище та ім’я учня;
- назву завдання;
- дату роботи;
- час роботи учня (в хвилинах);
- рівень складності завдання;
- загальну кількість питань;
- кількість наданих відповідей;
- кількість та відсоток вірних відповідей;
- кількість та відсоток помилок;
- кількість набраних балів;
- опис кожної помилки.

Вікно результатів роботи учня також вміщує кнопки “Зберегти”, “Закрити”.

Натиснення на кнопку “Зберегти” зберігає результати роботи учня для подальшого аналізу вчителем на диску в каталозі \common\results каталогу, куди було встановлено ППЗ (за угодою це каталог “\Program Files\Kvazar-Micro” на диску, де встановлено операційну систему).

Натиснення на кнопку “Закрити” закриває вікно результатів роботи учня.

Результати

Учень:	Сидоренко Василь
Завдання:	Тест з фізики
Дата:	06.10.2004
Час роботи:	1
Рівень складності:	0
Всього питань: 19	
Дано відповідей: 3	
Правильних відповідей: 1 (5.26 %)	
Помилки: 2 (10.53 %)	
Набрано балів: 1 (з 26 можливих)	

Помилки:

Питання Для чого використовується електроскоп?
Обрано учнем:
Для визначення знаку і наявності заряду.

Питання Чому заряджена металева куля, з'єднана з землею, повністю розряджається?
Обрано учнем:
У просторі навколо електрично зарядженого тіла існує електричне поле.

Зберегти Закрити

Рис. 6.4. Вікно результатів роботи учня.

Вікно входу робочого місця учня (рис. 6.5) включає:

- кнопки довідки, згортання вікна та виходу з ППЗ;
- поля введення прізвища та імені учня;
- кнопку реєстрації “вхід”.

Поля введення прізвища та імені учня призначені для введення даних, які ідентифікують учня під час роботи у комп’ютерному класі.

Натиснення на кнопку “вхід” здійснює реєстрацію учня на Консолі вчителя. Після цього у центрі вікна з’являється повідомлення “завантаження...”, яке вказує на очікування учнем дозволу вчителя почати роботу. Після натиснення вчителем кнопки “Почати роботу” для цього учня або кнопки “Почати роботу всім” з’являється перша сторінка запропонованого вчителем фрагмента заняття і учень починає роботу із фрагментом заняття.

РОБОЧЕ МІСЦЕ УЧНЯ

Введіть прізвище та ім'я

прізвище

ім'я

Вхід

Рис. 6.5. Вікно «Робоче місце учня»

Вікно сторінки фрагмента заняття Робочого місця учня

Вікно сторінки фрагмента заняття (рис. 6.6) включає: робочу область; кнопки переходу.

Сторінка може містити текстову інформацію, зображення, динамічні моделі, запитання, експерименти.

Кнопки переходу між сторінками фрагмента заняття розташовані у правому нижньому куті вікна. Перелік та функції кнопок наведено у таблиці 6.1

Таблиця 6.1

Перелік та функції кнопок

Зображення кнопки	Назва кнопки	Функція кнопки
	Попередня сцена	Перехід на попередню сторінку
	Вийти з режиму програвання	Перехід на першу сторінку
	Наступна сцена	Перехід на наступну сторінку

Набір кнопок переходу залежить від визначених вчителем можливостей переходу: тільки далі, далі та назад або далі, назад та на початок.

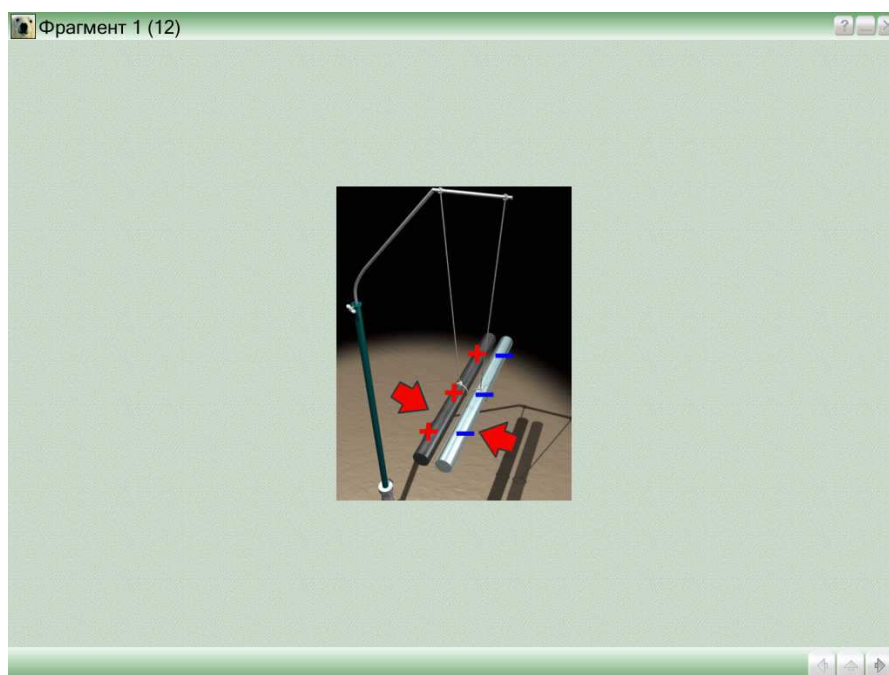


Рис. 6.6. Вікно сторінки фрагмента заняття

РЕЖИМ КОНСТРУКТОРА УРОКІВ

У режимі конструктора уроків ППЗ забезпечує:


— створення нового фрагмента заняття:

- додавання сцени;
- редагування сцени;
- видалення сцени;
- редагування існуючого фрагмента заняття.


Початок роботи. Старт ППЗ полягає в запуску ППЗ в режимі конструктора уроків. Після завантаження з'являється головне вікно Конструктора уроків.

Створення та редагування фрагмента заняття. Створення нового фрагмента заняття складається із створення сцен фрагмента заняття та збереження створеного фрагмента.

Для створення сцен фрагмента використовуються інформаційні об'єкти, які розташовані в ієрархічному списку інформаційних об'єктів у головному вікні Конструктора уроків, та вікно редагування сцени. Для приєднання вибраного інформаційного об'єкта до сцени треба перетягнути цей об'єкт мишею із ієрархічного списку до вікна потрібної сцени.

Для збереження створеного фрагмента потрібно натиснути кнопку  у головному вікні Конструктора уроків. Відкриється вікно збереження фрагмента.

Редагування фрагмента заняття складається із відкриття існуючого фрагмента заняття, його редагування та збереження.

Для відкриття існуючого фрагмента потрібно натиснути кнопку  у головному вікні Конструктора уроків. Відкриється вікно відкриття фрагмента.

Процес редагування та збереження фрагмента не відрізняється від описаного вище для створення фрагмента.

Головне вікно Конструктора уроків зображено на рис. 6.7

Склад головного вікна:

- ієрархічний список інформаційних об'єктів;
- кнопки довідки, згортання вікна та виходу з ППЗ;
- панель складу поточного фрагмента заняття;
- панель поточного інформаційного об'єкта;
- панель інструментів.

Ієрархічний список інформаційних об'єктів має 4 рівні: назва курсу, розділи, модулі та інформаційні об'єкти для формування фрагментів занять.

Розміщення, вигляд, функції кнопок довідки, згортання вікна та виходу з ППЗ не відрізняються від режиму самостійної роботи.

Панель складу поточного фрагмента заняття розташована у правій частині головного вікна конструктора уроків та містить набір вікон сцен поточного фрагмента заняття. Кожне вікно сцени має власний номер та містить (у зменшеному масштабі) елементи, які зображуються на сцені. Вибрана сцена фрагмента виділяється синім контуром.

Панель поточного інформаційного об'єкта зображує (у зменшеному масштабі) вибраний у списку інформаційний об'єкт. Для приєднання вибраного інформаційного об'єкта до сцени треба перетягнути цей об'єкт мишею з ієрархічного списку до вікна потрібної сцени.

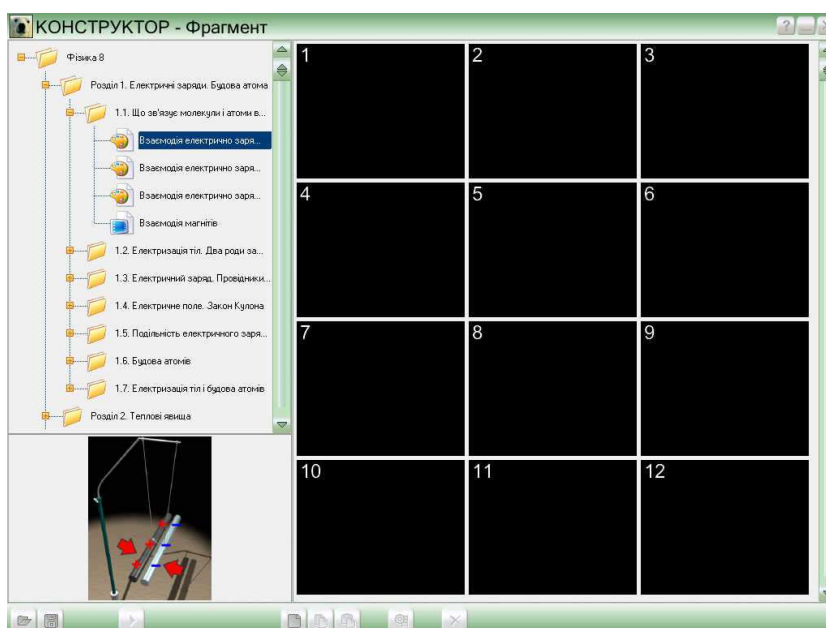






Рис. 6.7. Головне вікно конструктора уроків

Панель інструментів містить набір кнопок, перелік та функції яких наведено у табл.. 6.2

Таблиця 6.2

Перелік та функції кнопок які містить панель інструментів вікна конструктора уроків

Зображення кнопки	Назва кнопки	Функція кнопки
	Відкрити фрагмент	Відкривається вікно відкриття фрагмента. Робота з вікном відкриття фрагмента описана у п.0. Для відкриття фрагмента можна також використовувати комбінацію кнопок клавіатури “Ctrl” і “O”.
	Зберегти фрагмент	Відкривається вікно збереження фрагмента. Робота з вікном збереження фрагмента описана у п.0. Для збереження фрагмента можна також використовувати комбінацію кнопок клавіатури “Ctrl” і “S”.
	Програти фрагмент	Відкривається вікно перегляду поточного фрагмента заняття. Робота з вікном перегляду фрагмента описана у п.0.
	Нова сцена	Створення нової сцени та вставка її у вибраний фрагмент після вибраної сцени.
	Копіювати сцену	Копіювання поточної сцени в буфер проміжного обміну Конструктора уроків. Для копіювання сцени можна також використовувати комбінацію кнопок клавіатури “Ctrl” і “C”.
	Вставити сцену	Вставка сцени, попередньо скопійованої у буфер проміжного обміну Конструктора уроків, у вибраний фрагмент після поточної сцени. Для вставки сцени можна також використовувати комбінацію кнопок клавіатури “Ctrl” і “V”.

Зображення кнопки	Назва кнопки	Функція кнопки
	Редагувати сцену	Відкривається вікно редагування поточної сцени. Робота з вікном редагування сцени описана у п.0.
	Видалити сцену	Видалення поточної сцени фрагмента. Для видалення сцени можна також використовувати кнопку “Delete” на клавіатурі.

Вікно редагування сцени зображено на рис. 6.8.

Склад вікна редагування сцени:

- робоча область;
- панель інструментів.

Робоча область вміщує елементи сцени, що редагується: інформаційні об’єкти, тестові запитання. Для зміни сцени серед усіх елементів виділяється елемент, над яким виконуються необхідні дії з використанням панелі інструментів. Вибраний елемент виділяється синім контуром.



Рис. 6.8. Вікно редагування сцени

Панель інструментів містить набір кнопок, перелік та функції яких наведено у табл. 6.3.

Перелік та функції кнопок які містить панель інструментів вікна
редагування сцени

Зображення кнопки	Назва кнопки	Функція кнопки
	Повернутися до вікна редагування фрагмента	Завершення редагування сцени із збереженням усіх зроблених змін та перехід до головного вікна Конструктора уроків (Ошибка! Источник ссылки не найден.).
	Повернутися до вікна редагування сцени без збереження сцени	Завершення редагування сцени без збереження зроблених змін та перехід до головного вікна Конструктора уроків (Ошибка! Источник ссылки не найден.).
	Додати текстове пояснення	Відкривається вікно текстового пояснення. Робота з вікном текстового пояснення описана у п.0.
	Тест	На екран виводиться вікно редактора тестів. Робота з вікном редактора тестів описана у п.0.
	Копіювати об'єкт	Копіювання поточного елемента у буфер проміжного обміну Конструктора уроків.
	Вставити об'єкт	Вставка попередньо скопійованого у буфер проміжного обміну Конструктора уроків елементу.
	Видалити об'єкт	Видалення поточного елемента.
	Редагувати об'єкт	Зміна параметрів поточного елемента, якщо цей елемент – тестове запитання. Для редагування поточного елемента можна також вибрати цей елемент та двічі натиснути та відпустити ліву клавішу миші.
	Центрувати об'єкт	Розміщення поточного елемента в центрі вікна.
	Помістити на передній план	Перенесення поточного елемента на передній план (елемент стає повністю видимим).
	Помістити на задній план	Перенесення поточного елемента на задній план (елемент стає найбільш віддаленим серед усіх елементів, що перекриваються).
	Перемістити вище	Наближення поточного елемента на 1 шар по відношенню до інших.
	Перемістити нижче	Віддалення поточного елемента на 1 шар по відношенню до інших.
	Попередня сцена	Перехід до редагування попередньої сцени.
	Наступна сцена	Перехід до редагування наступної сцени.

Для встановлення рівня складності поточної сцени фрагмента натисніть кнопку **+**, щоб збільшити величину на одиницю, кнопку **-**, щоб зменшити на одиницю.

Вікно редактора тестів, що зображено на рис. 6.9, дозволяє додати до сцени нове тестове запитання або змінити існуюче. Підтримуються бінарні тести (відповідь “так” або “ні”), тести з одиничним або множинним вибором правильної відповіді.

Склад вікна редагування тесту:

- текст запитання;
- список відповідей;
- панель інструментів.

–

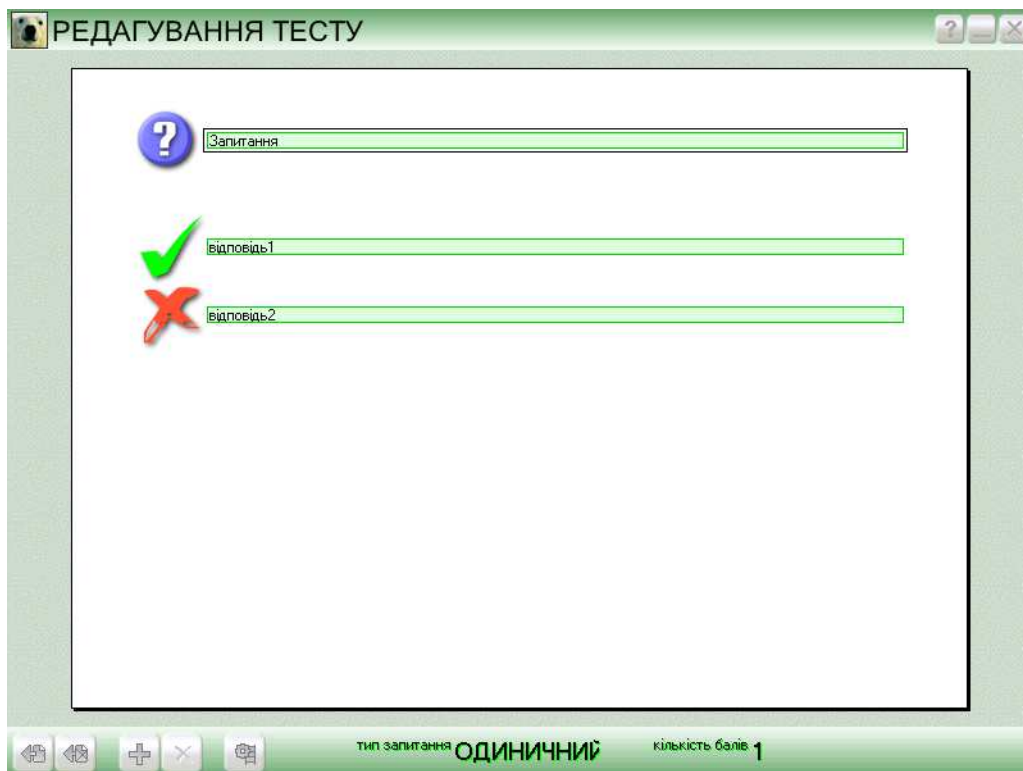









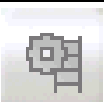
Рис. 6.9. Вікно редагування тестів.

Для редагування тексту запитання та відповідей на нього потрібно вибрати поле тексту, двічі натиснути та відпустити ліву клавішу миші, ввести з клавіатури потрібний текст.

Текст запитання розміщується праворуч від піктограми . Список відповідей розміщується під запитанням. Кожна відповідь має позначення:  (правильна відповідь) або  (неправильна відповідь). Для перемикавання показника правильності відповіді треба підвести до нього курсор, натиснути та відпустити ліву клавішу миші.

Панель інструментів містить набір кнопок, перелік та функції яких наведено у табл. 6.4.

Таблиця 6.4

Зображення кнопки	Назва кнопки	Функція кнопки
	Повернутися до вікна редагування сцени	Завершення редагування тестового запитання із збереженням усіх зроблених змін та повернення до вікна редагування сцени.
	Повернутися до вікна редагування сцени без збереження тексту	Завершення редагування тестового запитання без збереження всіх зроблених змін та повернення до вікна редагування сцени.
	Додати відповідь	Новий рядок відповіді додається до списку відповідей. Щоб додати відповідь, можна також використовувати кнопку “Insert” на клавіатурі.
	Видалити відповідь	Видалення вибраної відповіді. Для вибору відповіді треба підвести до поля введення відповіді курсор, натиснути та відпустити ліву клавішу миші. Вибране поле відповіді виділяється чорним контуром. Для видалення відповіді можна також використовувати кнопку “Delete” на клавіатурі.
	Вибрати тип запитання та складність	Відкривається вікно вибору типу запитання та складності. Робота з цим вікном описана у 0.

Вікно вибору типу запитання та складності зображено на рис. 6.10, дозволяє вказати тип тестового запитання та встановити кількість балів, що буде відповідати цьому запитанню.

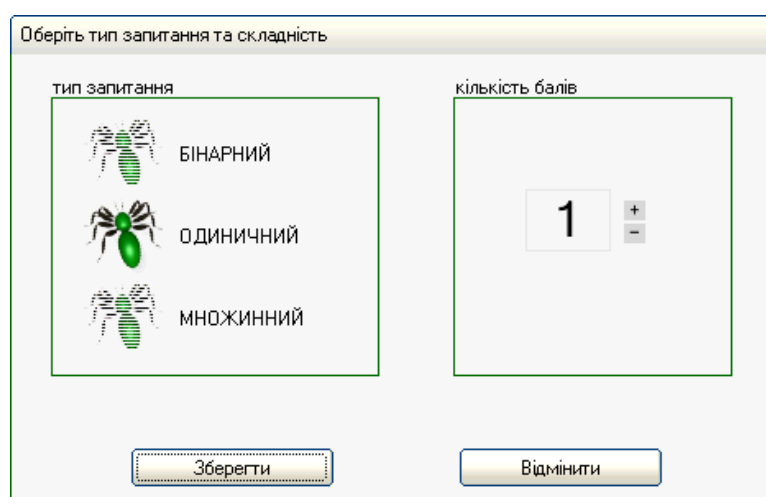




Рис. 6.10. Вікно вибору типу запитання та складності.

Для вибору типу запитання потрібно підвести курсор до назви типу, натиснути та відпустити ліву клавішу миші.

Для вибору складності запитання потрібно встановити кількість балів, що відповідатиме запитанню. Натисніть кнопку , щоб збільшити величину на одиницю, кнопку , щоб зменшити на одиницю.

Кнопка “Зберегти” закриває вікно із збереженням усіх змін параметрів тестового запитання. Кнопка “Відмінити” закриває вікно без збереження змін параметрів.

Вибраний тип запитання та складність запитання відображаються у вікні редактора тестів на панелі інструментів.

Вікно текстового пояснення, що зображено на рис. 6.11, дозволяє додати нове або редагувати існуюче текстове пояснення до сцени.

Вікно вміщує:

- область введення тексту;
- випадаючий список вибору вигляду пояснення;
- випадаючий список вибору типу пояснення;
- елемент введення розміру шрифту;
- кнопки “Так” та “Відмінити”.

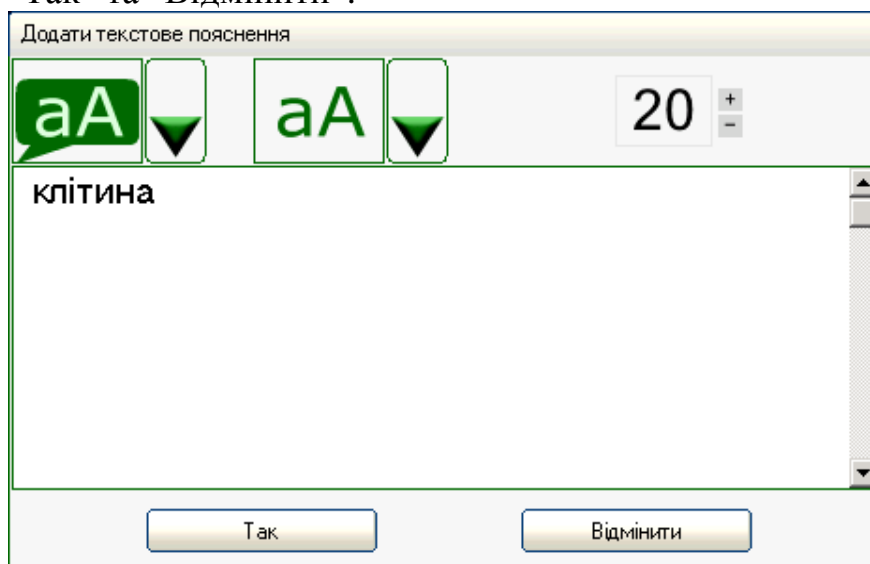










Рис. 6.11. Вікно тестового пояснення.

Текст пояснення вводиться в області введення тексту.





Випадаючий список вибору вигляду пояснення  дозволяє вибрати вигляд віконця пояснення в залежності від розташування на сцені відносно елемента, до якого надається пояснення. Опис елементів списку наведено в табл. 6.5.




Таблиця 6.5

Зображення елементів списку		Вигляд пояснення
		Звичайний вигляд без залиття фоном (фон прозорий)
		Звичайний вигляд
		Розташування праворуч згори
		Розташування ліворуч згори
		Розташування праворуч знизу
		Розташування ліворуч знизу

Список вибору типу пояснення  дозволяє встановити тип пояснення залежно від значимості тексту. Перед доданим поясненням буде розміщено відповідну піктограму (окрім звичайного тексту). Опис елементів списку наведено в табл. 6.6.

Таблиця 6.6

Зображення елементів списку		Тип пояснення
		Звичайний текст
		Звернути увагу
		Підкреслити (дуже важливо)
		Запитання

Елемент введення розміру шрифту  дозволяє встановити потрібний розмір шрифту текстового пояснення. Для зміни розміру шрифту натисніть кнопку , щоб збільшити величину на одиницю, кнопку , щоб зменшити на одиницю.

Кнопка “Так” закриває вікно із збереженням усіх змін, що зроблені у вікні текстового пояснення. Кнопка “Відмінити” закриває вікно без збереження змін параметрів.

Вікно відкриття фрагмента заняття, яке зображено на рис. 6.12, дозволяє відкрити готовий фрагмент заняття для коригування.

Вікно вміщує:

- ієрархічний список фрагментів;
- кнопки “Завантажити” та “Відмінити”.

Ієрархічний список фрагментів містить готові фрагменти занять. Він містить 4 рівні: назва курсу, розділи, модулі та фрагменти.

Для відкриття готового фрагмента потрібно вибрати його зі списку та натиснути кнопку “Завантажити”. Якщо фрагмент не вибрано, кнопка “Завантажити” не доступна (кнопку не можливо натиснути).

Кнопка “Відмінити” закриває вікно без відкриття фрагмента.

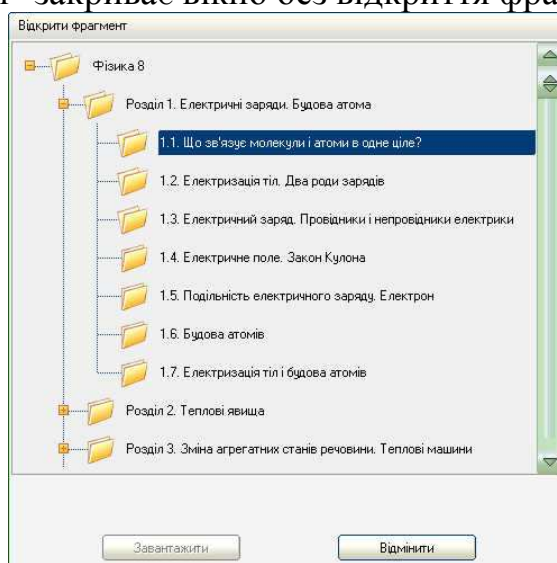


Рис. 6.12. Вікно відкриття фрагмента заняття

Вікно збереження фрагмента заняття, яке зображено на рис. 6.13, дозволяє зберегти вибраний фрагмент заняття на диску.

Вікно вміщує:

- ієрархічний список фрагментів;
- поле введення імені фрагмента;
- кнопки “Зберегти” та “Відмінити”.

Ієрархічний список фрагментів містить готові фрагменти занять. Він містить 4 рівні: назва курсу, розділи, модулі та фрагменти.

Для збереження існуючого фрагмента треба вибрати зі списку розділ та модуль, в якому буде збережено фрагмент, ввести ім'я фрагмента у полі введення імені та натиснути кнопку “Зберегти”. Якщо не вибрано розділ та модуль, кнопка “Завантажити” не доступна (кнопку не можливо натиснути). Якщо вибрати із списку існуюче ім'я фрагмента, воно з'явиться у полі введення імені фрагмента, і вибраний фрагмент можна зберегти замість існуючого.

Для редагування імені фрагмента заняття у полі введення імені треба підвести курсор до цього поля та двічі натиснути та відпустити ліву клавішу миші.

Кнопка “Відмінити” закриває вікно без збереження фрагмента.

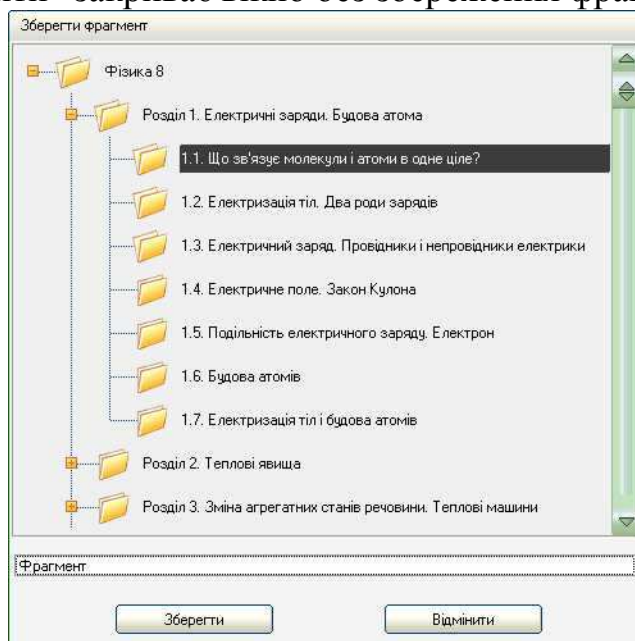


Рис. 6.13. Вікно збереження фрагмента заняття.


Перегляд поточного фрагмента заняття. Для перегляду вибраного фрагмента заняття використовується вікно сторінки фрагмента, яке зображено на рис. 6.14

Склад вікна перегляду:

- робоча область;
- кнопки переходу.



Рис. 6.14. Вікно поточного фрагмента заняття.

Склад, розміщення та використання робочої області та кнопок переходу не відрізняються від Робочого місця учня. Але, на відміну від робочого місця учня, кнопка  (Вийти з режиму програвання) здійснює перехід до головного вікна Конструктора уроків.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Анісімов М.В. Елементи електронної апаратури та їх застосування: навч. посібн. – К.: Вища шк., 1997. – 223с.
2. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти [Монографія] / Биков В. Ю/ – К. : Атіка, 2009. – 684 с.
3. Величко С.П., Величко Л.П. Пріоритетні напрямки запровадження сучасних технологій у навчанні природничих дисциплін. – Науковий часопис НПУ ім. М.П.Драгоманова. Серія №3. Фізика і математика у вищій і середній школі: Зб. наук. праць.- К.: НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2008.- №2.- 128с. С. 33-36
4. Величко С.П., Величко Л.П. Розвиток взаємозв'язку навчального експерименту та графічного методу дослідження теплових явищ в основній школі – Зб. наук. праць. – Спец. випуск /Головн. ред. В.Г.Кузь. – К.: Наук. освіт. 2003. – 319 с. (– С. 129-138)
5. Величко С.П., Величко Л.П. Розвиток навчального фізичного експерименту засобами комп'ютерних технологій. – Зб. наук. праць. Серія педагогічна: Дидактика дисциплін фіз.-мат. та технологічних галузей. – К-Подільський: ІВВ, 2004. – Вип.10. –184с. (–С.144-147).
6. Величко С.П., Величко Л.П. Сучасне освітнє середовище та його вплив на вивчення природничих дисциплін. – Наукові записки. – Випуск 66. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2006. – Частина 1. – 242 с. – С. 23-27
7. Величко С.П., Денисов Д.О. Теоретические и практические аспекты внедрения ЭВМ в обучении физике.//Научные труды: Стратегия развития образования: эффективность, инновации, качество.- Вып.12 Т.1.- М., МГУТУ, 2008. 496с. (С. 366- 374)
8. Величко С.П., Кузьменко О.С. Сучасні технології у фізичному експериментуванні з оптики. – Навчальний посібник для вчителів.- Кіровоград: ПП Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2009.- 164с.
9. Величко С.П., Неліпович В.В. Вивчення фізичних властивостей рідких кристалів у середній загальноосвітній школі: Посібник для вчителів / За ред.. С.П. Величка – Херсон: ТОВ «Айлант», 2010. – 180с.
10. Величко С.П., Неліпович В.В. Поєднання сучасних наукових досягнень та ІКТ для навчального середовища у процесі підготовки вчителів фізики. – Наукові записки –Вип. 82.- Серія: Педагогічні науки. _Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка.-2009- Ч.1. 328с. С. 3-7
11. Величко С.П., Петриця А.Н. Методичні рекомендації для вчителів з проблем оптимізації комп'ютерних технологій у вивченні фізики у 7 класі. – Методичні рекомендації для вчителів –Кіровоград, 2008.- 93с.
12. Величко С.П., Петриця А.Н. Методичні рекомендації для вчителів з проблем оптимізації комп'ютерних технологій у вивченні фізики у 8 класі. – Методичні рекомендації для вчителів/Укладач А.Н.Петриця; Наук. ред. С.П.Величко. –Кіровоград, 2008.- 52с.

13. Величко С.П. Підготовка сучасного вчителя до ефективного викладання шкільного курсу фізики в умовах комп'ютерного навчання. – Наукові записки. – Вип.54. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ. – 2004. – 220 с. (–С.190-192)
14. Величко С.П. Подготовка современного учителя физики в условиях внедрения компьютерных технологий обучения.//Управление качеством обучения в системе непрерывного профессионального образования (в контексте Болонской декларации) – Сб. науч. трудов. Ред. кол.: О.Е.Руденко, П.И.Самойленко, Ю.В.Еремин и др. –Вып. 1. Том. 1. –М.: МГУТУ, 2006. –С.396-401
15. Величко С.П. Системи навчального експерименту та обладнання фізики в середній школі. – Кіровоград: РВВ КДПУ, 1998 – 303 с.
16. Величко С.П. Сучасне освітнє середовище та його вплив на природничо-математичну і технічну освіту. - Наукові записки -Випуск 77.- Серія: Педагогічні науки. _Кіровоград: РВВ КДПУ ім.. В.Винниченка.-2008- Ч.2. 314с. С. 3-8
17. Величко С.П. Сучасні проблеми дидактики фізики та перспективні напрямки її вирішення. – Науковий часопис НПУ.- Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи.- Вип.. 12.- зб. наук. праць /За ред. П.В.Дмитренка, В.Д. Сиротюка.- К.: НПУ, 2008.- 356с.- С. 65-71
18. Величко С.П. Сучасні технології навчання природничих дисциплін у системі підготовки фахівців з вищою освітою. - зб. наук. праць. –Серія педагогічна: Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу. – К-Подільський: ІВВ К-ПДУ, 2005. –Вип. 11. – 280 с. – С. 121-124.
19. Воротникова І. П. Система підготовки вчителів до використання інформаційних технологій у професійній діяльності у післядипломній освіті. Сайт Луганського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти. [Електронний ресурс]. - Конференції. - Режим доступу : <http://www.loippo.lg.ua/konferenc.htm>.
20. Вострокнутов И. Е. Теория и технология оценки качества программных средств образовательного назначения / И. Е. Вострокнутов. – М. : Госкоорцентр информационных технологий, 2005. – 300 с.
21. Гриценчук О. О. Електронний підручник і його роль у процесі інформатизації освіти / О. О. Гриценчук // Інформаційні технології і засоби навчання / за ред. В. Ю. Бикова, Ю. О. Жука; Ін-т засобів навчання АПН України. – К., 2005. – С. 255–261.
22. Дистанційний навчальний процес : навчальний посібник / [Кухаренко В. М., Сиротенко Н. Г., Молодих Г. С., Твердохлебова Н. Є.] За ред. В. Ю. Бикова та В. М. Кухаренка. – К. : Міленіум, 2005. – 292 с.
23. Енциклопедія освіти : Акад. пед. наук України / [головний ред. В. Г. Кремень]. – К. : Юрінком Інтер, 2008. – 1040 с.
24. Жук Ю. О. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання у професійній освіті : зб. наук. праць. – Донецьк : Либідь, 2001.

25. Жук Ю. О. Характерні ознаки структури комп'ютерно-орієнтованого навчального середовища / Жук Ю. О., Соколюк О. М. // Інформаційні технології і засоби навчання: Збірник наукових праць / За ред. В. Ю. Бикова, Ю. О. Жука / Інститут засобів навчання АПН України. – К. : Атіка, 2005. – С. 100–108.
26. Інноваційні педагогічні технології : навч. посіб. / Альма-матер. – К. : Академвидав, 2004. — 352 с.
27. Литвинова С. Г. Формування On-line навчального середовища в загальноосвітніх навчальних закладах / С. Г. Литвинова // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2010. – № 8. – С. 25–27
28. Метешкин К. А. Теоретические основы построения интеллектуальных систем управления учебным процессом в вузе : монография / К. А. Метешкин. – Х. : Экограф, 2000. –278 с.
29. Морзе Н. В. Моделі ефективного використання інформаційно-комунікаційних та дистанційних технологій навчання у вищому навчальному закладі [Електронний ресурс] / Н. В. Морзе, О. Г. Глазунова // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2008. – №2(6). – Режим доступу до журн. : <http://www.ime.eduua.net/em6/content/08mnvshi.htm>.
30. Морзе Н. В. Підготовка педагогічних кадрів до використання комп'ютерних телекомунікацій / Н. В. Морзе // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. Вип. 6. – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2003. – С. 12–25.
31. Основи нових інформаційних технологій навчання : посіб. для вчителів / [МашбицьЮ. І., Гокунь О. О., Жалдак М. І., Комісаров О. Ю., Морзе Н. В.] / Інститут психології ім. Г. С. Костюка АПН України; Інститут змісту і методів навчання. – К. : ІЗМН, 1997. – 260 с.
32. Полат Е. С. Теория и практика дистанционного обучения : учеб. Пособие для студ. высш. пед. учебн. заведений / М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева; ред. Е. С. Полат. — М. : Издательский центр «Академия», 2004. — 416 с.
33. Преподавание в сети Интернет: учеб. пособ. / отв. ред. В. И. Солдаткин. – М. : Высшая школа, 2003. – 792 с.

ДОДАТОК 1

Система індивідуальних навчальних завдань, що активізує самостійну пізнавально-пошукову діяльність студентів у процесі виконання лабораторного практикуму зі спецкурсу

Якість та ефективність професійної підготовки будь-якого фахівця з вищою освітою беззаперечно залежить від діалектичної єдності процесу навчання і виховання, від забезпечення та стану реалізації у цьому процесі взаємозв'язку між теоретичною професійною складовою підготовки фахівця та практичною. За цих обставин особливу роль відіграє проблема організації та методичного забезпечення відповідними педагогічними технологіями самостійної роботи студентів як під час різного роду занять, так і в поза навчальний час.

Враховуючи перехід усіх ВНЗ (в тому числі педагогічних) на кредитно-модульну систему підготовки майбутнього фахівця, слід враховувати різні рівні фахової підготовки студента, що визначається сукупністю усіх складових навчально-виховного процесу й одночасно передбачається індивідуальними завданнями.

За цих обставин подібні завдання можуть зводитися до виконання студентом в домашніх умовах у повному обсязі з урахуванням методичного його забезпечення. *Індивідуальне навчальне завдання (ІНЗ)* — це вид позааудиторної самостійної роботи студента навчального, наукового, навчально-дослідницького та іншого характеру, яке використовується в процесі вивчення програмного матеріалу навчальної дисципліни, що завершується оцінюванням (самооцінкою) з наступним коригуванням навчальних досягнень студента складанням заліку чи підсумкового екзамену.

Зміст ІНЗ являє собою завершену теоретичну або практичну роботу в межах навчальної програми курсу, яка виконується на основі знань, умінь і навичок, отриманих у процесі лекційних, семінарських, практичних та лабораторних занять, охоплює декілька модулів або зміст навчального курсу в цілому.

При цьому до структури *ІНЗ* включається: вступ (тема, мета, завдання роботи та основні її положення); теоретичне обґрунтування (виклад базових теоретичних положень, законів, принципів, алгоритмів тощо, на основі яких виконується завдання); методи (вказуються і коротко характеризуються конкретні методи дослідження, методи аналізу, методи навчання); основні результати роботи, що подаються у вигляді конкретних числових даних чи таблиць, схем, малюнків, моделей, описів, систематизованої реферативної інформації та її аналізу; висновки; список використаної літератури; рецензія одного з викладачів випускової кафедри.

Крім того, кредитно-модульна система організації навчального процесу у педагогічному ВНЗ може передбачати окремо формування індивідуальних завдань як складову модуля самостійної роботи, на яку відводиться значно більше часу.

Тому студенту можна запропонувати такі види ІНЗ:

1. Індивідуальне навчально–теоретичне завдання (ІНТЗ), яке передбачає глибше теоретичне вивчення проблеми з визначенням того, які властивості, параметри чи особливі характеристики притаманні об'єкту вивчення;

2. Індивідуальне навчально-експериментальне завдання (ІНЕЗ), яке передбачає на основі спостереження за явищами та процесами або дослідним шляхом встановити певні кількісні і якісні параметри чи відповідні залежності або співвідношення між ними та подання їх у вигляді, зазвичай, графічної інтерпретації.

■ 3. Індивідуальне навчально–дослідницьке завдання (ІНДЗ), результати якого мають вагомніше значення, аніж ІНТЗ та ІНЕЗ, поєднуючи їх у вигляді комплексного дослідницького завдання наприклад, з метою з'ясування можливостей чіткого спостереження предмету чи визначення параметру у передбачуваних умовах, що фіксуються разом із досліджуваною фізичною величиною.

■ 4. Індивідуальне навчально–методичне завдання (ІНМЗ), приклад якого передбачає оцінку раніше відомих методичних ідей і рекомендацій, котрі у поєднанні із новими розробками і пропорціями дають можливість в оптимальному їхньому поєднанні по-новому розв'язувати актуальні науково-методичні проблеми з окремих питань чи аспектів у дидактиці фізики та ефективного запровадження засобів ІКТ.

Маємо зазначити, що найбільш високого рівня індивідуальні завдання, зазвичай, відносяться до наукових досліджень, які можуть складати і перерости у наукові дослідницькі роботи й оцінюватися за результатами, що мають об'єктивну новизну та актуальність.

Високий рівень навчальних досягнень студентів, результати їхньої науково–дослідної роботи у процесі становлення як фахівця з вищою освітою зумовлюється низкою об'єктивних, об'єктивно – суб'єктивних та суб'єктивних факторів, які слід враховувати випусковим кафедрам під час організації та планування як навчальних програм з фахових дисциплін, так і самостійної та індивідуальної роботи студентів з кожної дисципліни.

Як приклад наводимо серію індивідуальних навчальних завдань до лабораторних робіт спецкурсу «ЕОТ у навчанні фізики», де до кожної із лабораторних робіт наводиться комплект ІНЗ різного типу відповідно запропонованої класифікації.

Лабораторна робота №1

Кінематика

ІНТЗ: Теоретично обґрунтувати виконання демонстраційного експерименту з комплектом «L-мікро. Механіка», що передбачає визначення прискорення тіла при рівноприскореному його русі. Чим обумовлена і викликана потреба під час цієї демонстрації у визначенні прискорення каретки саме на ділянках 20-40, 50-70 та 80-100 см від лівого краю направляючої лави?

ІНЕЗ: Як у демонстрації «Вивчення залежності швидкості від часу при рівноприскореному русі» експериментально довести, що у графіку кут нахилу прямої $v = f(t)$ пропорційний кутові нахилу направляючої лави? У

яких межах зміни кута нахилу α доцільно виконувати цей демонстраційний дослід?

ІНДЗ: Довести, що під час виконання демонстраційних дослідів кількісного характеру з комплектом «L-мікро. Механіка» точність одержаних від правильного налаштування рухомої каретки із квадратними пропорціями, що перекривають пучок світла в оптодатчику. Як точність досліджуваних залежностей зміниться, якщо використати квадратні прапорці у два рази більші (чи менші) від наявних у комплекті?

ІНМЗ: Які із відомих Вам у методичній літературі демонстраційних дослідів з кінематики виконуються аналогічно на основі запропонованого комплекту «L-мікро. Механіка»? чим демонстрації на основі комплекту «L-мікро. Механіка» відрізняються від уже відомих і в чому їхні переваги?

Динаміка

ІНТЗ: Довести і теоретично обґрунтувати, що у процесі виконання демонстраційних експериментів з динаміки на основі комплекту «L-мікро. Механіка» будь-який рух каретки на направляючій лаві супроводжується настільки малим коефіцієнтом тертя, що ним можна знехтувати.

ІНЕЗ: Узагальнити експериментальні результати і висновки про закон збереження імпульсу для замкненої системи двох тіл, коли співвідношення між масами цих тіл становить ряд чисел: 1, 2, 3,...n. Як змінюється точність кінцевих експериментальних результатів із збільшенням співвідношення маси двох тіл?

ІНДЗ: Дослідити вплив маси падаючої кульки на кінцевий результат у перевірці закону збереження енергії на прикладі пружного удару. Які фактори і як впливають на кінцеві результати у дослідженні закону збереження енергії?

ІНМЗ: На основі оцінки різних методичних рекомендацій з методики вивчення другого закону Ньютона виділити ті з них, що найбільшою мірою узгоджуються із методичними рекомендаціями, які відповідають запропонованій методиці з комплектом «L-мікро. Механіка». Які з методичних особливостей і чому на Вашу думку не знайшли своє реалізації у даній роботі?

Лабораторна робота №2

ІНТЗ: Обґрунтувати доцільність застосування двох датчиків температури у комплекті «L-мікро. Теплові явища» для вимірювання кількості теплоти та визначення питомої теплоємності речовини.

ІНЕЗ: Використовуючи комплект «L-мікро. Теплові явища», запропонувати установку для дослідження стаціонарно встановленої температури чорного зразка від відстані до нитки розжарення лампи та експериментально встановити таку залежність. Порівняти експериментально одержану залежність з теоретичною та пояснити її.

ІНДЗ: Під час використання комплекту «L-мікро. Теплові явища» з метою вивчення перенесення енергії в твердому тілі дослідити

теплопровідність стержнів з різних матеріалів (кераміки, пластмаси, скла) та кількісно оцінити властивості кожного матеріалу.

ІНМЗ: Виходячи із наявних методичних рекомендацій та існуючої методики навчання змісту розділу «Молекулярна фізика», оцінити та узагальнити ті переваги і позитивні пропозиції запровадження комплекту «L-мікро. Теплові явища» у процесі навчання відповідних тем у курсі фізики середньої школи.

Лабораторна робота №3

ІНТЗ: Обґрунтувати і довести доцільність використання металевого пристрою в комплекті «L-мікро» під час виконання роботи балістичного маятника; показати оптимальні варіанти використання цього пристрою.

ІНЕЗ: На основі експериментальних досліджень закономірностей зіткнення куль однакової та різної маси показати доцільність пропозиції конкретного варіанту виконання лабораторної роботи практикуму для учнів старшої школи та для загального курсу фізики у ВНЗ.

ІНДЗ: Досліджуючи закономірності коливань фізичного та математичного маятників, встановити та визначити приведену довжину фізичного до даного математичного маятника. Як для цієї мети можна використати оборотний маятник?

ІНМЗ: Проаналізувати методичні поради до виконання лабораторних робіт з комплектом «L-мікро. Вища школа» (1 частина «Механіка») та відповідну методичну літературу. Виявити позитивні та негативні методичні аспекти у використанні «L-мікро» для організації навчально-пізнавальної діяльності школярів у процесі виконання фізичного практикуму за профільними програмами з фізики.

Лабораторна робота №4

ІНТЗ: Теоретично обґрунтувати та довести можливість і доцільність одержаного вимірювання за допомогою комп'ютера різниці температур поверхні циліндрів та напруги, що подається до нагрівача і на резисторі блоку живлення, у досліді з визначення коефіцієнта теплопровідності за допомогою комплекту «L-мікро. Вища школа (частина 2)». Чому у цій роботі практикуму пропонується розраховувати силу струму в колі нагрівача на основі закону Ома для ділянки кола, а не виміряти.

ІНЕЗ: Експериментально показати недоцільність одночасного вимірювання за допомогою комп'ютера різниці температур, напруги і сили струму у нагрівачі під час виконання дослідів для визначення коефіцієнта теплопровідності повітря за допомогою комплекту «L-мікро. Вища школа» яка тенденція до зміни похибок вимірювань у такому варіанті виконання роботи фізичного практикуму?

ІНДЗ: У роботі з визначення в'язкості рідини методом Стокса за допомогою комплекту «L-мікро. Вища школа» встановіть залежність коефіцієнту в'язкості для певної рідини від температури. Як результати

дослідження узгоджуються з теоретично-передбачуваним результатом. Дайте їм пояснення.

ІНМЗ: Проаналізувати методичні поради до виконання лабораторних робіт з комплектом «L-мікро. Вища школа» (2 частина «Молекулярна фізика») та відповідну методичну літературу. Виявити позитивні та негативні методичні аспекти у використанні «L-мікро» для організації навчально-пізнавальної діяльності школярів у процесі виконання фізичного практикуму за профільними програмами з фізики.

Лабораторна робота № 5

ІНТЗ: Опрацювати й оформити у вигляді інструкції вказівки користувачу для опанування усім обсягом завдань та основними функціями консолі «Робоче місце учня».

ІНЕЗ: Виявити особливості основних режимів роботи ППЗ («Режим самостійної роботи», Режим проведення уроку, «Режим роботи у комп'ютерному класі», «Режим конструктора уроків») у консолі «Робоче місце учня» і подати їх у вигляді послідовного переліку з урахуванням їхньої важливості.

ІНДЗ: Дослідити виконання усіх лабораторних робіт з фізики в одному із класів (для прикладу у 8 класі) згідно запропонованого ППЗ і скласти загальну (єдину для усіх фронтальних робіт) інструкцію для учнів. Чим така узагальнена інструкція відрізняється від типової інструкції для учнів, яка передбачається традиційною методикою навчання фізики?

ІНМЗ: Дати критичну оцінку педагогічній ефективності запропонованого ППЗ «Фізика9, 10,1. Квазар-Мікро» розкрити позитивні та негативні прояви їх у навчально-виховному процесі з фізики для забезпечення навчально-пізнавальної діяльності учнів.

Лабораторна робота №6

ІНТЗ: Опрацювати та оформити у вигляді інструкції вказівки користувачу для планування усім обсягом завдань та основними функціями консолі «Робоче місце вчителя»

ІНЕЗ: Виявити особливості основних режимів ППЗ («Режим самостійної роботи», «Режим проведення уроку», «Режим роботи у комп'ютерному класі», «Режим конструктора учнів») у консолі «Робоче місце учня» і подати їх у послідовності, яка відбиває значущість для роботи вчителя

ІНДЗ: Дослідити розв'язування задач усіх типів з фізики в одному із класів (для прикладу у 8 класі) згідно запропонованого ППЗ і скласти загальну схему послідовності (єдину для усіх видів задач) розв'язування задач. Чим така узагальнена послідовність (схема) відрізняється від загального прийнятої у традиційній методиці навчання фізики.

ІНМЗ: Дати критичну оцінку педагогічній ефективності запропонованого ППЗ «Фізика 9, 10,11» «Квазар-Мікро», розкрити позитивні (негативні) прояви їх у навчально-виховному процесі з фізики для забезпечення організаційно-навчальної діяльності вчителя.

ДОДАТОК 2

Виконати серію науково-методичних завдань, що розкривають сутність та специфічні особливості використання засобів ІКТ під час вивчення властивостей рідких кристалів за посібником, який рекомендовано для студентів педагогічних ВНЗ

Дослідити методи розробки та методику використання засобів ІКТ на основі віртуальної фізичної лабораторії «Вивчення властивостей рідких кристалів»[9].

Дати науково-методичну оцінку запропонованого ППЗ.

Опрацювавши методичні рекомендації та зміст навчального матеріалу, що представлений у посібнику [9], з'ясувати його відповідність змісту навчального матеріалу, який передбачається для вивчення у курсі загальної фізики для педагогічних вищих навчальних закладів.

На основі аналізу навчально-методичної літератури оцінити методику запровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у процесі вивчення курсу загальної фізики.

Оцінивши методичні поради і пропозиції щодо реалізації засобів ІКТ у навчальному процесі з фізики у педагогічних ВНЗ, виокремити і скласти відповідну послідовність позитивного вирішення у запровадженні рекомендованого програмно-педагогічного забезпечення під час вивчення фізичних властивостей рідких кристалів.

Продумати та рекомендувати свої приклади та власні пропозиції стосовно поєднання реальних навчальних експериментів з віртуальними (відтворених за допомогою розробленого ППЗ) у процесі вивчення електричних і світлових властивостей рідких кристалів в курсі загальної фізики.

Теоретично обґрунтувати і довести доцільність запровадження фізичної лабораторії «Вивчення властивостей рідких кристалів» для вивчення розділу «Молекулярна фізика» відповідно до програм профільного навчання фізики у середньому загальноосвітньому навчальному закладі.

Навчально-методичне видання

Величко Степан Петрович,
Соменко Дмитро Вікторович,
Слободяник Ольга Володимирівна

**ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ ЗІ СПЕЦКУРСУ
«ЕОТ у навчально-виховному процесі з фізики»»**

**Посібник для студентів фізико-математичного факультету
За редакцією С.П.Величка**

Підп. до друку _____. Формат 60×84¹/₁₆. Папір офсет.
Друк різнограф. Ум. др. арк.13,7 Тираж 150. Зам. № _____

*Редакційно-видавничий центр
Кіровоградського державного педагогічного
університету імені Володимира Винниченка
25006, Кіровоград, вул. Шевченка, 1
Тел.: (0522) 24–59–84.
Fax: (0522) 24–85–44.
E-Mail: mails@kspu.kr.ua.*